



(12) **BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)**
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11) 
1-0022000

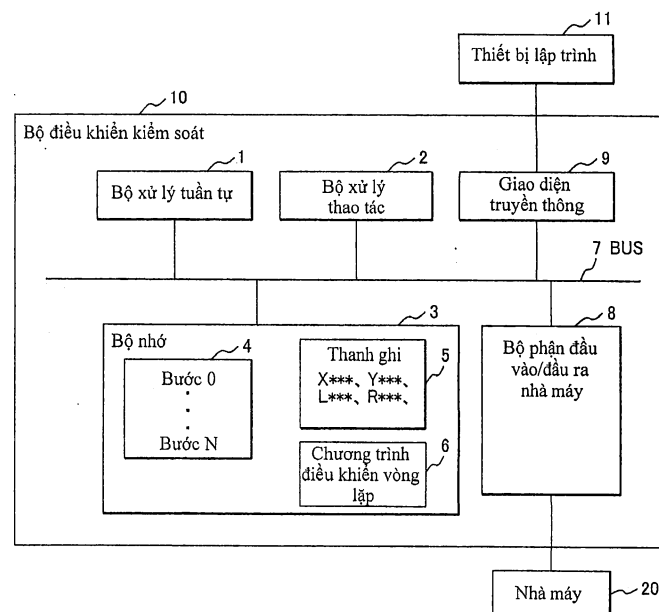
(51)⁷ **G05B 19/05**

(13) **B**

- (21) 1-2016-00977 (22) 01.09.2014
(86) PCT/JP2014/072866 01.09.2014 (87) WO2015/041028A1 26.03.2015
(30) 2013-195708 20.09.2013 JP
(45) 25.10.2019 379 (43) 27.06.2016 339
(73) HITACHI, LTD. (JP)
6-6, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8280, Japan
(72) HARA Naoki (JP), HATA Shutaro (JP), ONOZATO Noboru (JP), KUROSAWA Kenichirou (JP), ONO Jun (JP), MATSUMOTO Hiroki (JP), CHIBA Hiroaki (JP)
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) **BỘ ĐIỀU KHIỂN KIỂM SOÁT VÀ PHƯƠNG PHÁP LẬP TRÌNH BỘ ĐIỀU KHIỂN KIỂM SOÁT NÀY**

(57) Sáng chế đề cập đến bộ điều khiển kiểm soát (10) mà nó thể hiện chuỗi điều khiển vòng lặp bao gồm xử lý đầu vào, xử lý thao tác điều khiển, và xử lý đầu ra, trong chương trình bậc thang, và thực hiện chuỗi điều khiển vòng lặp. Bộ điều khiển kiểm soát (10) bao gồm bộ xử lý tuần tự (1), bộ xử lý thao tác (2), và bộ nhớ (3). Bộ nhớ (3) lưu trữ chương trình bậc thang (4) và chương trình điều khiển vòng lặp (6). Chương trình bậc thang (4) bao gồm các sự kết hợp của lệnh và các toán hạng. Bộ xử lý tuần tự (1) đọc tuần tự chương trình bậc thang (4). Nếu lệnh trong chương trình bậc thang (4) là lệnh tuần tự, bộ xử lý tuần tự (1) thực hiện lệnh tuần tự. Nếu lệnh trong chương trình bậc thang (4) là lệnh vòng lặp, bộ xử lý thao tác (2) chạy chương trình điều khiển vòng lặp. Lệnh vòng lặp bao gồm ít nhất các toán hạng của lệnh vòng lặp mà lần lượt xác định xử lý đầu vào, xử lý thao tác điều khiển, và xử lý đầu ra.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến bộ điều khiển kiểm soát mà thực hiện việc điều khiển tuần tự và việc điều khiển vòng lặp, và phương pháp lập trình bộ điều khiển kiểm soát này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Việc điều khiển tự động tại nhà máy cấp nước và nhà máy xử lý nước thải bao gồm việc điều khiển tuần tự mà tập trung vào xử lý dữ liệu dạng bit để khởi động hoặc dừng bơm hoặc thiết bị xử lý nước, mở hoặc đóng các van hoặc các công, hiển thị dữ liệu trên thiết bị thao tác giám sát, hoặc vận hành thiết bị thao tác giám sát, và việc điều khiển vòng lặp mà tập trung vào xử lý dữ liệu số để thực hiện việc điều khiển PID đối với tốc độ dòng chảy hoặc chất lượng nước. Phần lớn việc điều khiển tự động tại nhà máy cấp nước và nhà máy xử lý nước thải là việc điều khiển tuần tự.

Việc điều khiển tuần tự tại nhà máy cấp nước và nhà máy xử lý nước thải được yêu cầu phải nhanh và tin cậy. Do đó, không chỉ việc điều khiển tuần tự (việc điều khiển tuần tự bằng phần mềm) bởi bộ điều khiển kiểm soát được sử dụng mà còn việc điều khiển tuần tự bằng phần cứng bởi mạch rơle được áp dụng cho các thiết bị quan trọng để nâng cao độ tin cậy. Do đó, do việc điều khiển tuần tự bằng phần mềm và việc điều khiển tuần tự bằng phần cứng được áp dụng đồng thời, bộ điều khiển kiểm soát mà thực hiện việc điều khiển tuần tự được tạo ra như mong muốn với chương trình bậc thang mà cho phép lập trình theo dạng sơ đồ bậc thang tương tự như biểu diễn thứ tự phần cứng. Hơn nữa, bộ xử lý tuần tự dành riêng bắt buộc phải có khả năng thực hiện việc chạy

chương trình bậc thang với tốc độ cao.

Một quy trình điều khiển vòng lặp bao gồm xử lý đầu vào tín hiệu từ nhà máy, xử lý thao tác điều khiển đối với quá trình được điều khiển, và xử lý đầu ra tới nhà máy.

Nhà máy cấp nước và nhà máy xử lý nước thải được hoạt động trong năm mươi năm hoặc lâu hơn, trong khi vòng đời sản phẩm của thiết bị điều khiển đo lường là ngắn vào khoảng mười năm. Trong một số trường hợp, vòng đời sản phẩm có thể bị rút ngắn xuống vài năm hoặc ít hơn do sự ảnh hưởng xấu từ khí ăn mòn hoặc hơi ẩm. Trong khi nhà máy hoạt động, thiết bị điều khiển đo lường được thay thế một vài lần với sản phẩm mới nhất. Mỗi lần thiết bị điều khiển đo lường được thay thế, các đặc điểm kỹ thuật của thiết bị điều khiển đo lường được điều chỉnh. Đặc biệt là, đặc tính kỹ thuật đối với các tín hiệu tương tự, đặc tính kỹ thuật đối với sự chuyển đổi tương tự sang số, và đặc tính kỹ thuật đối với sự chuyển đổi số sang tương tự được thay đổi khác nhau và không được sử dụng chung ngay cả trong cùng nhà máy. Điều này là do thực tế là kỹ thuật truyền thông thông tin, các tiêu chuẩn được áp dụng, vòng đời sản phẩm của các thiết bị, phương pháp vận hành nhà máy, ngân sách để hiện đại hóa, hoặc vấn đề tương tự thay đổi phụ thuộc vào năm hiện đại hóa. Do đó, yêu cầu việc xử lý đầu vào hoặc xử lý đầu ra được bao gồm trong việc điều khiển vòng lặp để giải quyết các đặc điểm kỹ thuật khác nhau đối với các tín hiệu.

Do hệ thống cấp nước và xử lý nước thải là hệ thống mở tự nhiên, tốc độ dòng chảy và chất lượng nước của nước tự nhiên mà là nguyên liệu thô dao động lớn trong khi bị ảnh hưởng bởi thế giới tự nhiên hoặc các hoạt động đời sống sinh hoạt hoặc kinh doanh. Do đó, việc điều khiển vòng lặp đối với tốc độ dòng chảy hoặc chất lượng nước được yêu cầu để bao gồm sự xử lý thao tác điều khiển phức tạp trong nhà máy để giải quyết sự rối loạn hoặc vấn đề tương

tự.

Bộ điều khiển kiểm soát mà thực hiện việc điều khiển vòng lặp được yêu cầu phải có các đặc tính, mà lần lượt được yêu cầu đối với xử lý đầu vào, xử lý thao tác điều khiển, và xử lý đầu ra, như các chương trình con. Các chương trình con có thể được kết hợp để thiết lập lên chương trình chính điều khiển vòng lặp. Bộ điều khiển kiểm soát phải có vai trò như bộ xử lý thao tác có khả năng chạy chương trình chính điều khiển vòng lặp với tốc độ cao.

Do đó, bộ điều khiển kiểm soát mà thực hiện việc điều khiển tuần tự và việc điều khiển vòng lặp được yêu cầu có việc điều khiển tuần tự được mô tả với lệnh tuần tự trong chương trình bậc thang, và việc điều khiển vòng lặp được mô tả với lệnh vòng lặp. Hơn nữa, lệnh vòng lặp trong chương trình bậc thang nên là lệnh đa chức năng mà lần lượt sử dụng nhóm đặc tính của xử lý đầu vào, xử lý thao tác điều khiển, và xử lý đầu ra. Đặc tính bất kỳ trong số các đặc tính này có thể được chọn và được thực hiện với tham số được mô tả trong chương trình bậc thang. Ngoài ra, bộ điều khiển kiểm soát phải thực hiện bộ xử lý tuần tự và bộ xử lý thao tác sao cho lệnh tuần tự có thể được thực hiện bởi bộ xử lý tuần tự và lệnh vòng lặp có thể được thực hiện bởi bộ xử lý thao tác.

Trước đây, kỹ thuật sử dụng các bộ xử lý dành riêng để lần lượt thực hiện lệnh điều khiển tuần tự và lệnh điều khiển vòng lặp mà được mô tả trong chương trình bậc thang đã được bộc lộ khi xem xét tình trạng nêu trên (xem, ví dụ, tài liệu sáng chế 1).

Theo kỹ thuật được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 1, lệnh được mô tả trong chương trình bậc thang được tìm nạp bởi bộ xử lý tuần tự. Nếu lệnh là lệnh tuần tự, lệnh được thực hiện bởi bộ xử lý tuần tự. Nếu lệnh là lệnh điều khiển quá trình, đầu tiên bộ xử lý điều khiển quá trình đọc dữ liệu từ địa chỉ trong bộ nhớ dữ liệu được nhận dạng bằng toán hạng, và sau đó thực hiện lệnh.

Tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Đơn xin cấp bằng sáng chế Nhật Bản chưa qua thẩm định số Hei7-248807

Theo tài liệu sáng chế 1, các lệnh và các toán hạng cấu thành chương trình bậc thang được lưu trữ trong bộ nhớ chương trình, và dữ liệu được lưu trữ tại địa chỉ trong bộ nhớ dữ liệu được nhận dạng bằng toán hạng có thể được tham chiếu bằng lệnh. Đối với việc sử dụng sự kết hợp của lệnh đa chức năng đối với việc điều khiển vòng lặp và tham số bằng cách sử dụng kỹ thuật trong tài liệu sáng chế 1, lệnh vòng lặp đa chức năng đối với việc điều khiển vòng lặp được mô tả như lệnh trong chương trình bậc thang, và địa chỉ bộ nhớ dữ liệu mà là đích lưu trữ của tham số được định rõ trong toán hạng. Do đó, khi việc điều khiển vòng lặp được thực hiện nhờ sử dụng lệnh đa chức năng, tham số phải được phân bổ tới địa chỉ bộ nhớ dữ liệu được nhận dạng bằng toán hạng. Do đó, mặc dù việc điều khiển tuần tự có thể được hoàn thành bằng lệnh và các toán hạng trong chương trình bậc thang, việc điều khiển vòng lặp cần tham số, mà được lưu trữ trong bộ nhớ dữ liệu, bổ sung cho lệnh và các toán hạng trong chương trình bậc thang.

Như được mô tả trên đây, theo kỹ thuật được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 1, khi việc điều khiển vòng lặp được lập trình, không chỉ lệnh vòng lặp đa chức năng và các toán hạng được mô tả trong chương trình bậc thang mà còn dữ liệu phải được lưu trữ trong bộ nhớ dữ liệu. Do đó, hai công việc mô tả chương trình bậc thang và lưu trữ dữ liệu trong bộ nhớ dữ liệu được thực hiện trong khi lệnh và các toán hạng được mô tả được giữ nhất quán với dữ liệu được lưu trữ. Điều này gây ra vấn đề trong công việc đó là cần nhiều nhân công.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế giải quyết các vấn đề nêu trên của các giải giáp kỹ thuật liên quan, và đề xuất bộ điều khiển kiểm soát mà mô tả chuỗi điều khiển vòng lặp, mà bao gồm xử lý đầu vào, xử lý thao tác điều khiển, và xử lý đầu ra, trong chương trình bậc thang, và thực hiện chuỗi điều khiển vòng lặp.

Để giải quyết vấn đề trên đây, bộ điều khiển kiểm soát theo sáng chế bao gồm bộ xử lý tuần tự, bộ xử lý thao tác, và bộ nhớ. Bộ nhớ lưu trữ chương trình bậc thang và chương trình điều khiển vòng lặp. Chương trình bậc thang bao gồm các sự kết hợp của lệnh và các toán hạng. Bộ xử lý tuần tự đọc tuần tự chương trình bậc thang. Nếu lệnh trong chương trình bậc thang là lệnh tuần tự, bộ xử lý tuần tự thực hiện lệnh tuần tự. Nếu lệnh trong chương trình bậc thang là lệnh vòng lặp, bộ xử lý thao tác thực hiện chương trình điều khiển vòng lặp. Lệnh vòng lặp bao gồm ít nhất các toán hạng của lệnh vòng lặp mà xác định lần lượt xử lý đầu vào, xử lý thao tác điều khiển, và xử lý đầu ra. Các toán hạng của lệnh vòng lặp còn bao gồm toán hạng mà định rõ tham số cho xử lý đầu vào, toán hạng mà định rõ tham số cho xử lý thao tác điều khiển, và toán hạng mà định rõ tham số cho xử lý đầu ra. Chương trình điều khiển vòng lặp bao gồm xử lý để thu các toán hạng lệnh vòng lặp, và các toán hạng của lệnh vòng lặp được sử dụng làm các tham số để thực hiện xử lý đầu vào, xử lý thao tác điều khiển, và xử lý đầu ra tương ứng. Bộ nhớ còn bao gồm thanh ghi. Các toán hạng của lệnh vòng lặp bao gồm toán hạng mà định rõ số hiệu vòng lặp. Chương trình điều khiển vòng lặp bao gồm xử lý để thu các địa chỉ lưu trữ của các toán hạng của lệnh vòng lặp, và xử lý để thu số hiệu vòng lặp từ toán hạng lệnh vòng lặp. Bộ xử lý thao tác sử dụng thanh ghi, mà được định rõ bằng số hiệu vòng lặp, làm thanh ghi thao tác.

Ngoài ra, bộ điều khiển kiểm soát theo sáng chế bao gồm bộ xử lý tuần tự, bộ xử lý thao tác, và bộ nhớ. Bộ nhớ lưu trữ chương trình bậc thang và chương

trình điều khiển vòng lặp. Chương trình bậc thang bao gồm sự kết hợp của lệnh và các toán hạng. Bộ xử lý tuân tự thực hiện lệnh tuân tự nếu lệnh trong chương trình bậc thang là lệnh tuân tự. Bộ xử lý tuân tự cho phép bộ xử lý thao tác chạy chương trình điều khiển vòng lặp nếu lệnh trong chương trình bậc thang là lệnh vòng lặp. Lệnh vòng lặp bao gồm ít nhất các toán hạng của lệnh vòng lặp mà lần lượt xác định xử lý đầu vào, xử lý thao tác điều khiển, và xử lý đầu ra. Bộ nhớ còn bao gồm thanh ghi. Các toán hạng của lệnh vòng lặp bao gồm toán hạng mà định rõ số hiệu vòng lặp. Chương trình điều khiển vòng lặp bao gồm xử lý để thu các địa chỉ lưu trữ của các toán hạng của lệnh vòng lặp, và xử lý để thu số hiệu vòng lặp từ toán hạng lệnh vòng lặp. Bộ xử lý thao tác sử dụng thanh ghi, mà được định rõ bằng số hiệu vòng lặp, làm thanh ghi thao tác.

Thiết bị lập trình mà có mối quan hệ liên kết với bộ điều khiển kiểm soát và hiển thị chương trình bậc thang của bộ điều khiển kiểm soát theo dạng sơ đồ bậc thang sao cho sơ đồ bậc thang có vùng toán hạng của lệnh vòng lặp trong đó các toán hạng của lệnh vòng lặp có thể được định rõ và được hiển thị. Nếu lệnh trong chương trình bậc thang là lệnh vòng lặp, các toán hạng được định rõ và được hiển thị trong vùng toán hạng của lệnh vòng lặp.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, việc điều khiển vòng lặp bao gồm xử lý đầu vào, xử lý thao tác điều khiển, và xử lý đầu ra có thể được thiết lập bằng lệnh vòng lặp và các toán hạng mà được mô tả trong chương trình bậc thang. Do đó, mỗi trong số các hệ thống điều khiển khác nhau bao gồm cả việc điều khiển tuân tự và việc điều khiển vòng lặp được thực hiện có thể được thiết lập dễ dàng bởi kỹ sư mà là người có kiến thức về chương trình bậc thang.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ cấu hình của bộ điều khiển kiểm soát theo một phương án của sáng chế.

Fig.2 là biểu đồ thời gian liên quan đến bộ điều khiển kiểm soát theo một phương án của sáng chế.

Fig.3 là sơ đồ thể hiện ví dụ của chương trình bậc thang của bộ điều khiển kiểm soát theo một phương án của sáng chế.

Fig.4 là sơ đồ thể hiện ví dụ của chương trình bậc thang của bộ điều khiển kiểm soát theo một phương án của sáng chế.

Fig.5 là sơ đồ thể hiện thủ tục được thực hiện bởi bộ xử lý tuần tự của bộ điều khiển kiểm soát theo một phương án của sáng chế.

Fig.6 là sơ đồ thể hiện thủ tục được thực hiện bởi bộ xử lý thao tác của bộ điều khiển kiểm soát theo một phương án của sáng chế.

Fig.7 là lưu đồ mô tả thủ tục của chương trình điều khiển vòng lặp của bộ điều khiển kiểm soát theo một phương án của sáng chế.

Fig.8 là sơ đồ thể hiện ví dụ các đặc tính của việc điều khiển vòng lặp được làm phù hợp với nhà máy.

Fig.9 là sơ đồ thể hiện ví dụ của sơ đồ bậc thang mà được hiển thị trên thiết bị lập trình.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dựa trên các hình vẽ, phương án của bộ điều khiển kiểm soát sẽ được mô tả chi tiết.

Fig.1 là sơ đồ thể hiện cấu hình của bộ điều khiển kiểm soát.

Đầu tiên, nhà máy 20, bộ điều khiển kiểm soát 10, và thiết bị lập trình 11 sẽ được giải thích.

Trong phương án của sáng chế, việc mô tả được thực hiện với giả thiết là nhà máy 20 là nhà máy lọc nước. Nhà máy lọc nước là nhà máy mà lấy nước tự

nhiên từ đập hoặc sông, và tạo ra nước máy thông qua sự kết tủa hóa học, sự lọc cát, và cấp clo. Nhà máy lọc nước bao gồm thiết bị bơm nước tự nhiên, thiết bị nhận điện năng điện áp cao, thiết bị phát điện khẩn cấp, thiết bị cấp chất hóa học, thiết bị bể lắng, thiết bị bể lọc, thiết bị cấp clo, thiết bị bơm chuyển tiếp, và thiết bị thoát nước. Ngoài ra, nhà máy 20 bao gồm các tiếp điểm động để sử dụng trong việc khởi động hoặc dừng bơm hoặc các động cơ nằm trong cơ sở vật chất của nhà máy, mở hoặc đóng các van hoặc các cổng, bật hoặc tắt các máy biến áp hoặc các tụ điện, và mở hoặc đóng các máy cắt, và các tiếp điểm trạng thái để sử dụng trong các trạng thái đầu ra như trạng thái chạy hoặc dừng, trạng thái mở hoặc đóng hoàn toàn, trạng thái bật hoặc tắt, và trạng thái bình thường hoặc sự cố. Nhà máy 20 còn bao gồm các cảm biến mà đo lần lượt tốc độ dòng chảy, mực nước, áp suất nước, độ mở van, và chất lượng nước, và các tín hiệu tương tự ban đầu nằm trong khoảng từ 1 đến 5 V, 0 đến 5 V, hoặc 4 đến 20 mA, và các cơ cấu chấp hành được sử dụng để lần lượt điều khiển mở van, số lượng vòng quay, và lượng cấp chất hóa học theo các tín hiệu tương tự bên ngoài tương ứng.

Bộ điều khiển kiểm soát 10 nhập các tiếp điểm trạng thái và các tín hiệu tương tự từ nhà máy 20, thực hiện việc điều khiển tuần tự và việc điều khiển vòng lặp mà được mô tả trong chương trình bậc thang, xuất ra các tiếp điểm động và các tín hiệu tương tự tới nhà máy 20, và do đó điều khiển độc lập nhà máy 20. Việc điều khiển được coi là điều khiển tuần tự bao gồm, ví dụ, việc điều khiển quá trình khởi động hoặc dừng bơm, việc điều khiển quá trình cấp nước vào hoặc làm sạch bể lọc, việc điều khiển mở hoặc đóng van xả bùn của bể lắng, và sự kiểm soát số lượng bơm và số lượng tụ điện. Việc điều khiển được coi là điều khiển vòng lặp bao gồm, ví dụ, việc điều khiển mở van và số lượng vòng quay của bơm dựa vào dữ liệu đo tốc độ dòng chảy, việc điều khiển lượng cấp chất hóa học và chu kỳ bơm cấp chất hóa học dựa vào dữ liệu đo chất lượng

nước, và việc điều khiển mở van và tốc độ dòng chảy dựa vào dữ liệu đo mực nước.

Thiết bị lập trình 11 được tạo ra với, ví dụ, máy tính cá nhân. Thiết bị lập trình 11 có môi trường phát triển chương trình bậc thang trong đó chương trình bậc thang có thể được hiển thị và được chỉnh sửa theo dạng sơ đồ bậc thang, tạo ra chương trình bậc thang mà cho phép việc điều khiển tuần tự và việc điều khiển vòng lặp được thực hiện cho nhà máy 20, và ghi chương trình bậc thang trong bộ điều khiển kiểm soát 10.

Hơn nữa, thiết bị lập trình 11 có môi trường phát triển chương trình điều khiển vòng lặp trong đó ngôn ngữ lập trình như ngôn ngữ C được sử dụng, tạo ra chương trình điều khiển vòng lặp mà là môđun thực hiện các lệnh vòng lặp trong chương trình bậc thang, và ghi chương trình điều khiển vòng lặp trong bộ điều khiển kiểm soát 10.

Tiếp theo, cấu hình bên trong của bộ điều khiển kiểm soát 10 sẽ được mô tả có dựa vào Fig.1.

Bộ điều khiển kiểm soát 10 bao gồm bộ xử lý tuần tự 1, bộ xử lý thao tác 2, bộ nhớ 3, bộ phận đầu vào/đầu ra nhà máy 8, và giao diện truyền thông 9 mà được kết nối với nhau thông qua bus hệ thống 7. Bộ nhớ 3 là bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (Random Access Memory, viết tắt là RAM) hoặc bộ nhớ tương tự trong đó chứa chương trình bậc thang 4, thanh ghi 5, và chương trình điều khiển vòng lặp 6.

Bộ xử lý tuần tự 1 là bộ xử lý được dành riêng cho việc điều khiển tuần tự, và thực hiện với tốc độ cao các thao tác tương đối đơn giản như thao tác logic dạng bit và bốn thao tác thuật toán dữ liệu. Bộ xử lý tuần tự 1 thực hiện các lệnh tuần tự và các lệnh vòng lặp mà được mô tả trong chương trình bậc thang 4. Trong trường hợp của lệnh tuần tự, bộ xử lý tuần tự 1 thực hiện xử lý thao tác.

Khi lệnh vòng lặp được phát hiện trong chương trình bậc thang 4, bộ xử lý tuần tự 1 truyền thông tin trên lệnh vòng lặp tới bộ xử lý thao tác 2, chuyển tiếp quyền thực thi tới bộ xử lý thao tác 2, và do đó cho phép bộ xử lý thao tác 2 chạy chương trình điều khiển vòng lặp 6 mà là môđun thực hiện lệnh vòng lặp.

Bộ xử lý thao tác 2 là bộ xử lý cho các thao tác mà thực hiện thao tác số học phức tạp. Bộ xử lý thao tác 2 yêu cầu thông tin trên lệnh vòng lặp và quyền thực thi từ bộ xử lý tuần tự 1, và sau đó chạy chương trình điều khiển vòng lặp 6.

Thanh ghi 5 là vùng trong đó dữ liệu dạng bit, dữ liệu dạng từ, hoặc dữ liệu dạng từ dài mà được sử dụng với lệnh tuần tự hoặc lệnh vòng lặp được lưu trữ. Các địa chỉ được gán có xét đến sự sử dụng, ví dụ, các địa chỉ X*** được gán cho thanh ghi đầu vào, các địa chỉ Y*** được gán cho thanh ghi đầu ra, các địa chỉ R*** và L*** được gán cho thanh ghi thao tác.

Ví dụ, dữ liệu chẳng hạn như tín hiệu tương tự hoặc tiếp điểm trạng thái được gửi từ nhà máy 20 được chuyển đổi tương tự sang số tại bộ phận đầu vào/đầu ra nhà máy 8, và sau đó được lưu trữ tại địa chỉ X trong thanh ghi đầu vào. Dữ liệu dạng từ như dữ liệu đo được lưu trữ tại các địa chỉ XW000 đến XWFFF trong thanh ghi đầu vào. Dữ liệu dạng bit như tiếp điểm trạng thái được lưu trữ tại các địa chỉ X000 đến XFFF trong thanh ghi đầu vào.

Dữ liệu được lưu trữ tại địa chỉ Y trong thanh ghi đầu ra được xuất ra tới nhà máy 20 thông qua bộ phận đầu vào/đầu ra nhà máy 8. Để xuất dữ liệu dạng từ, các địa chỉ YW000 đến YWFFF trong thanh ghi đầu ra được sử dụng. Để xuất dữ liệu dạng bit, các địa chỉ Y000 đến YFFF trong thanh ghi đầu ra được sử dụng.

Đối với thanh ghi thao tác cho lệnh tuần tự, các địa chỉ từ RW000 đến RWFFF được phân bổ cho dữ liệu dạng từ, và các địa chỉ R000 đến RFFF được phân bổ cho dữ liệu dạng bit.

Đối với thanh ghi thao tác cho lệnh vòng lặp, các địa chỉ LW000 đến LWFFF được phân bổ cho dữ liệu dạng từ, và các địa chỉ L000 đến LFFF được phân bổ cho dữ liệu dạng bit.

Với lệnh tuần tự, tất cả thanh ghi có thể được truy cập như một đối tượng của thao tác. Với lệnh vòng lặp, thanh ghi thao tác có thể được truy cập như một đối tượng của thao tác.

Bộ phận đầu vào/đầu ra nhà máy 8 chuyển đổi tương tự sang số tín hiệu điện chẳng hạn như tiếp điểm trạng thái hoặc tín hiệu tương tự được xuất ra từ nhà máy 20, và lưu trữ tín hiệu tạo ra làm dữ liệu dạng bit hoặc dữ liệu dạng từ tại địa chỉ X trong thanh ghi đầu vào của thanh ghi 5 thông qua bus 7. Ví dụ, tín hiệu tương tự nằm trong khoảng từ 1 đến 5 V được chuyển đổi tương tự sang số và được lưu trữ làm dữ liệu dạng từ tại các địa chỉ XW000 đến XWFFF trong thanh ghi đầu vào. Ví dụ, tiếp điểm không điện áp hoặc tiếp điểm có điện áp được lấy, và được lưu trữ làm dữ liệu dạng bit tại các địa chỉ từ X000 đến XFFF trong thanh ghi đầu vào.

Ví dụ, dữ liệu dạng bit hoặc dữ liệu dạng từ trong thanh ghi đầu ra của thanh ghi 5 được chuyển đổi số sang tương tự, và được xuất ra như tiếp điểm động hoặc tín hiệu tương tự tới nhà máy 20. Ví dụ, dữ liệu dạng từ tại các địa chỉ từ YW000 đến YWFFF được chuyển đổi số sang tương tự thành tín hiệu tương tự nằm trong khoảng từ 1 đến 5 V, và được xuất ra tới cơ cấu chấp hành được bố trí trong nhà máy. Dữ liệu dạng bit tại các địa chỉ từ Y000 đến YFFF trong vùng dữ liệu dạng bit được chuyển đổi thành tín hiệu điện, và được xuất ra tới tiếp điểm động được bao gồm trong nhà máy 20.

Đặc tính kỹ thuật đối với sự lượng tử hóa trong chuyển đổi tương tự sang số hoặc số sang tương tự được thực hiện bởi bộ phận đầu vào/đầu ra nhà máy 8 ở các định dạng, ví dụ, 8 bit, 12 bit, và 14 bit. Giá trị bit lượng tử hóa càng lớn,

trình độ kỹ thuật được yêu cầu càng cao. Ngoài ra, chi phí sản xuất cao. Đặc tính kỹ thuật đối với sự lượng tử hóa được thực hiện bởi bộ phận đầu vào/đầu ra nhà máy 8 thay đổi phụ thuộc vào thời điểm khi mỗi thiết bị được đưa vào. Điều này là do môi trường xung quanh bao gồm trình độ kỹ thuật truyền thông thông tin, các tiêu chuẩn được áp dụng, độ tin cậy, chính sách hoạt động của nhà máy, và ngân sách đưa vào thay đổi lớn trong giai đoạn hoạt động của nhà máy 20.

Chương trình bậc thang 4 bao gồm nhiều bước mà mỗi bước bao gồm lệnh và các toán hạng.

Lệnh được phân loại đơn giản thành lệnh tuần tự và lệnh vòng lặp.

Lệnh tuần tự được kết hợp với các toán hạng để xác định việc điều khiển tuần tự. Một lệnh tuần tự là lệnh đơn chức năng có một chức năng thao tác, và được sử dụng để thực hiện một hoạt động, ví dụ, thao tác logic dạng bit, thao tác bất kỳ trong số thao tác thuật toán dữ liệu, hoặc chuyển tiếp dữ liệu. Đối tượng của thao tác được thực hiện bằng lệnh tuần tự là dữ liệu trong thanh ghi 5 được nhận dạng bằng toán hạng.

Lệnh vòng lặp được kết hợp với các toán hạng để xác định việc điều khiển vòng lặp. Một lệnh vòng lặp là lệnh đa chức năng có các chức năng liên quan đến xử lý đầu vào, xử lý thao tác điều khiển, và xử lý đầu ra mà được yêu cầu đối với một quy trình điều khiển vòng lặp. Mỗi trong số các chức năng được xác định với tham số được định rõ trong toán hạng.

Đối với chức năng liên quan đến xử lý đầu vào, dữ liệu đo được nhập vào thông qua bộ phận đầu vào/đầu ra nhà máy 8 được chuyển đổi thành dữ liệu có kích thước sử dụng được trong xử lý thao tác điều khiển. Tín hiệu tương tự được gửi từ nhà máy 20 được yêu cầu là dữ liệu đo thông qua chuyển đổi tương tự sang số được thực hiện bởi bộ phận đầu vào/đầu ra nhà máy 8. Do đó, kích thước của dữ liệu đo thay đổi phụ thuộc vào sự kết hợp của đặc tính kỹ thuật đối

với các tín hiệu tương tự và đặc tính kỹ thuật đối với sự lượng tử hóa trong chuyển đổi tương tự sang số được thực hiện bởi bộ phận đầu vào/đầu ra nhà máy 8. Do đó, chức năng được bao gồm để thu được sự kết hợp của đặc tính kỹ thuật đối với các tín hiệu tương tự và đặc tính kỹ thuật đối với sự lượng tử hóa bằng cách coi toán hạng như tham số, và để chuyển đổi kích thước của dữ liệu đo thành kích thước mà ở đó thu được cái được gọi là giá trị được chuẩn hóa và sử dụng được trong xử lý thao tác điều khiển.

Đối với các chức năng khác liên quan đến xử lý đầu vào, các chức năng biến đổi dữ liệu bao gồm sự biến đổi tuyến tính, sự biến đổi tuyến tính nghịch đảo, khai căn bậc hai, sự biến đổi hệ số mũ, xử lý tích hợp, và xử lý khâu trễ bậc một. Tham số được định rõ trong toán hạng được sử dụng để định rõ chức năng, mà được thực hiện, trong số các chức năng.

Xử lý thao tác điều khiển có các chức năng trong số, ví dụ, điều khiển PID giao thoa, điều khiển PID không giao thoa, và tính toán tỷ lệ. Chức năng bất kỳ trong số các chức năng được thực hiện được định rõ bằng tham số được định rõ trong toán hạng.

Với lệnh vòng lặp, vùng dữ liệu thao tác mà là vùng được phân bổ trong thanh ghi 5 được truy cập.

Đối với các chức năng khác liên quan đến xử lý đầu ra, các chức năng biến đổi dữ liệu bao gồm sự biến đổi tuyến tính, sự biến đổi tuyến tính nghịch đảo, khai căn bậc hai, sự biến đổi hệ số mũ, xử lý tích hợp, xử lý khâu trễ bậc một, và sự biến đổi BCD được bao gồm đối với dữ liệu động mà là kết quả từ xử lý thao tác điều khiển. Chức năng bất kỳ trong số các chức năng được thực hiện được định rõ bằng tham số được định rõ trong toán hạng.

Ngoài ra, đối với các chức năng khác liên quan đến xử lý đầu ra, các chức năng được bao gồm để chuyển đổi dữ liệu động, mà là kết quả từ xử lý thao tác

điều khiển, từ kích thước tiêu chuẩn tới kích thước phù hợp với đặc tính kỹ thuật đối với sự lượng tử hóa trong chuyển đổi số sang tương tự được thực hiện bởi bộ phận đầu vào/đầu ra nhà máy 8 hoặc đặc tính kỹ thuật đối với các tín hiệu tương tự mà được gửi tới nhà máy 20. Bất kỳ chức năng nào trong số các chức năng được thực hiện được định rõ bằng tham số được định rõ trong toán hạng.

Chương trình điều khiển vòng lặp là môđun thực hiện lệnh vòng lặp được mô tả trong chương trình bậc thang 4. Khi chương trình điều khiển vòng lặp 6 được gọi, các toán hạng được mô tả trong chương trình bậc thang 4 được yêu cầu. Trình tự xử lý thao tác điều khiển vòng lặp bao gồm xử lý đầu vào, xử lý thao tác điều khiển, và xử lý đầu ra theo thứ tự đó được thực hiện theo các toán hạng. Kết quả được lưu trữ trong thanh ghi 5 và trình tự xử lý kết thúc.

Chương trình điều khiển vòng lặp 6 được thao tác bởi bộ xử lý thao tác 2.

Giao diện truyền thông 9 là giao diện mà thông qua đó dữ liệu được truyền hoặc được thu giữa thiết bị lập trình 11 và bộ nhớ 3.

Chương trình bậc thang 4 mà cho phép việc điều khiển tuần tự và việc điều khiển vòng lặp được thực hiện cho nhà máy 20 được tạo ra theo dạng sơ đồ bậc thang sử dụng môi trường phát triển chương trình bậc thang của thiết bị lập trình 11, và được lưu trữ trong bộ nhớ 3 thông qua giao diện truyền thông 9 và bus 7. Thiết bị lập trình 11 đọc chương trình bậc thang 4 thông qua giao diện truyền thông 9 và bus 7, và hiển thị hoặc chỉnh sửa các lệnh và các toán hạng theo dạng sơ đồ bậc thang.

Khi khối lượng toàn bộ việc điều khiển cho nhà máy 20 được thể hiện bằng, ví dụ, số lượng bước của chương trình bậc thang, số lượng bước này nằm trong khoảng từ vài nghìn bước đến vài trăm nghìn bước. Khi khối lượng này được thể hiện bằng số lượng vòng lặp điều khiển, số lượng bước này nằm trong khoảng từ vài trăm vòng lặp đến vài nghìn vòng lặp.

Môi trường phát triển cho chương trình điều khiển vòng lặp của thiết bị lập trình 11 được sử dụng để tạo chương trình nguồn của chương trình điều khiển vòng lặp được viết bằng ngôn ngữ lập trình như ngôn ngữ C. Sau khi chương trình nguồn được chuyển đổi thành chương trình điều khiển vòng lặp 6 theo dạng mô đun thực hiện, chương trình điều khiển vòng lặp được lưu trữ trong bộ nhớ 3 thông qua giao diện truyền thông 9 và bus 7.

Bộ điều khiển kiểm soát 10 thu tín hiệu từ nhà máy 20 thông qua bộ phận đầu vào/đầu ra nhà máy 8, và lưu trữ tín hiệu trong thanh ghi 5. Bộ xử lý tuần tự 1 thực hiện lệnh tuần tự được mô tả trong chương trình bậc thang 4, và lưu trữ kết quả trong thanh ghi 5. Khi bộ xử lý tuần tự 1 phát hiện lệnh vòng lặp được mô tả trong chương trình bậc thang 4, bộ xử lý tuần tự 1 cho phép bộ xử lý thao tác 2 chạy chương trình điều khiển vòng lặp 6, và lưu trữ kết quả trong thanh ghi 5. Dữ liệu được lưu trữ trong thanh ghi 5 được xuất ra tới nhà máy 20 thông qua bộ phận đầu vào/đầu ra nhà máy 8. Do đó, bộ điều khiển kiểm soát 10 thực hiện việc điều khiển tuần tự và việc điều khiển vòng lặp cho nhà máy 20.

Fig.2 là biểu đồ thời gian thể hiện ví dụ của các hoạt động của bộ xử lý tuần tự 1 và bộ xử lý thao tác 2. Dựa vào Fig.2, các hoạt động của bộ xử lý tuần tự 1 và bộ xử lý thao tác 2 sẽ được mô tả dưới đây.

Bộ xử lý tuần tự 1 chạy chương trình bậc thang 4 tại các khoảng chu kỳ điều khiển, ví dụ, 50 ms, 100 ms, hoặc 200 ms.

Khi bộ xử lý tuần tự 1 nhận ra thời điểm mà ở các khoảng này của vòng lặp điều khiển, bộ xử lý tuần tự 1 bắt đầu chạy chương trình bậc thang 4 từ bước đầu tiên, và thực hiện các lệnh tuần tự theo thứ tự tăng dần của số hiệu bước. Khi bộ xử lý tuần tự 1 phát hiện lệnh vòng lặp, bộ xử lý tuần tự 1 chuyển tiếp quyền thực thi tới bộ xử lý thao tác 2, và nhập trạng thái chờ thực thi.

Khi bộ xử lý thao tác 2 yêu cầu quyền thực thi từ bộ xử lý tuần tự 1, bộ xử

lý thao tác 2 bắt đầu chạy chương trình điều khiển vòng lặp 6. Khi bộ xử lý thao tác 2 kết thúc việc điều khiển vòng lặp xử lý thao tác, bộ xử lý thao tác trả lại quyền thực thi tới bộ xử lý tuần tự 1, và nhập trạng thái chờ thực thi. Khi bộ xử lý tuần tự 1 yêu cầu quyền thực thi, bộ xử lý tuần tự 1 thực hiện lại theo trình tự các bước của chương trình bậc thang 4. Khi bộ xử lý tuần tự 1 hoàn thành việc thực hiện các bước mà kết thúc bằng bước cuối cùng, bộ xử lý tuần tự 1 nhập trạng thái chờ thực thi đến thời điểm mà tại đó vòng lặp điều khiển tiếp theo bắt đầu.

Fig.3 là sơ đồ thể hiện ví dụ của bước một trong số các bước cấu thành chương trình bậc thang 4.

Bước 40 là ví dụ trong đó lệnh tuần tự được mô tả với một lệnh và một toán hạng. Bước 40 bao gồm số hiệu bước 400, lệnh tuần tự 401, và toán hạng thứ nhất 402A. Số hiệu bước 400 là số được gán liên tiếp cho mỗi bước. 0 được gán cho bước đầu tiên.

Lệnh tuần tự 401 là lệnh đơn chức năng. Trong lệnh tuần tự 401, lệnh thao tác bit như lệnh khởi tạo thao tác tiếp điểm loại a LD, lệnh khởi tạo thao tác tiếp điểm loại b LDI, lệnh điều khiển đầu ra cuộn dây OUT, lệnh thao tác nối tiếp tiếp điểm loại a AND, hoặc lệnh thao tác nối song song tiếp điểm loại a OR, và lệnh thao tác từ như lệnh thao tác chuyển tiếp dữ liệu MOV hoặc lệnh thao tác cộng dữ liệu ADD được định rõ. Trong toán hạng thứ nhất 402A, địa chỉ trong thanh ghi 5 mà ở đó có đối tượng của thao tác được thực hiện bằng lệnh tuần tự 401, ví dụ, X000 được định rõ.

Bộ xử lý tuần tự 1 đọc lệnh tuần tự 401 và toán hạng thứ nhất 402A từ bước 40, và thực hiện thao tác, mà được xác định trong lệnh tuần tự 401, trên đối tượng của thao tác mà là dữ liệu trong thanh ghi 5 được nhận dạng bằng toán hạng thứ nhất 402A.

Fig.4 là sơ đồ thể hiện ví dụ của một bước trong số các bước cấu thành chương trình bậc thang 4.

Bước 41 là ví dụ trong đó việc điều khiển vòng lặp được mô tả với một lệnh vòng lặp và bốn toán hạng. Bước 41 bao gồm số hiệu bước 410, lệnh vòng lặp 410, toán hạng thứ nhất 412A, toán hạng thứ hai 412B, toán hạng thứ ba 412C, và toán hạng thứ tư 412D. Ví dụ, số hiệu bước 410, lệnh vòng lặp 411, toán hạng thứ nhất 412A, toán hạng thứ hai 412B, toán hạng thứ ba 412C, và toán hạng thứ tư 412D mà mỗi toán hạng có độ dài là một từ. Do đó, bước 41 có độ dài là 6 từ.

Số hiệu bước 410 là số được gán liên tiếp cho mỗi bước. 0 được gán cho bước đầu tiên.

Lệnh vòng lặp 411 là lệnh đa chức năng. Toán hạng thứ nhất 412A, toán hạng thứ hai 412B, toán hạng thứ ba 412C, và toán hạng thứ tư 412D được tìm nạp làm các tham số, và xử lý đầu vào, xử lý thao tác điều khiển, và xử lý đầu ra được thực hiện dựa trên các tham số. Khi xử lý đầu vào, xử lý thao tác điều khiển, và xử lý đầu ra được thực hiện bằng lệnh vòng lặp 411, thanh ghi thao tác L trong thanh ghi 5 được sử dụng làm thanh ghi thao tác. Thanh ghi thao tác là vùng trong đó dữ liệu đo được gửi từ nhà máy 20 hoặc dữ liệu động mà được xuất ra tới nhà máy 20 được lưu trữ.

Tiếp theo, sự liên kết của nội dung được định rõ trong toán hạng với chức năng điều khiển vòng lặp sẽ được mô tả chi tiết. Số hiệu vòng lặp được định rõ trong toán hạng thứ nhất 412A. Số hiệu được gọi là số hiệu vòng lặp là số được gán cho mỗi điều khiển vòng lặp và là duy nhất trong một bộ điều khiển kiểm soát. Với lệnh vòng lặp, vùng của thanh ghi thao tác được sử dụng khác với số hiệu vòng lặp. Ví dụ, giả thiết rằng các địa chỉ LW000 đến LWFFF được phân bổ tới toàn bộ vùng của thanh ghi thao tác và mười sáu từ được dành riêng để sử

dụng cho mỗi số hiệu vòng lặp, nếu số hiệu vòng lặp là 1, các địa chỉ LW000 đến LW00F được sử dụng. Nếu số hiệu vòng lặp là 2, các địa chỉ LW010 đến LW01F được sử dụng. Chỉ số được lưu trữ tại địa chỉ từ thứ 0 LW000 một cách tương đối từ địa chỉ dẫn đầu được xác định với số hiệu vòng lặp. Dữ liệu đo được gửi từ nhà máy 20 được lưu trữ một cách tương đối tại địa chỉ từ thứ nhất LW001. Dữ liệu động mà là kết quả của việc điều khiển vòng lặp hoạt động được lưu trữ tại địa chỉ từ thứ hai LW002, và dữ liệu đích được lưu trữ tại địa chỉ từ thứ ba LW002.

Trong toán hạng thứ hai 412B, tham số mà thông qua nó chức năng cần thiết cho xử lý đầu vào được chọn được định rõ. Ví dụ, trong byte thứ tự cao của toán hạng thứ hai 412B, số chuyển đổi tương tự sang số được định rõ để chọn chức năng chuyển đổi kích thước của dữ liệu đo, mà được nhập vào thông qua bộ phận đầu vào/đầu ra nhà máy 8, thành kích thước sử dụng được trong xử lý thao tác điều khiển. Trong bản mô tả này, số chuyển đổi tương tự sang số là số được xác định với sự kết hợp của đặc tính kỹ thuật đối với các tín hiệu tương tự được gửi từ nhà máy 20 và đặc tính kỹ thuật đối với sự lượng tử hóa được thực hiện bởi bộ phận đầu vào/đầu ra nhà máy 8. Ví dụ, nếu tín hiệu tương tự nằm trong khoảng từ 1 đến 5 V được chuyển đổi tương tự sang số thành 8 bit, số chuyển đổi tương tự sang số là 1. Để chuyển đổi tín hiệu tương tự nằm trong khoảng từ 1 đến 5 V thành dữ liệu có độ dài 12 bit, số chuyển đổi tương tự sang số là 2. Để chuyển đổi tín hiệu tương tự nằm trong khoảng từ 1 đến 5 V thành dữ liệu có độ dài 14 bit, số chuyển đổi tương tự sang số là 3. Để chuyển đổi tín hiệu tương tự nằm trong khoảng từ 0 đến 5 V thành dữ liệu có độ dài 8 bit, số chuyển đổi tương tự sang số là 4.

Trong byte thứ tự thấp của toán hạng thứ hai 412B, số chuyển đổi dữ liệu đầu vào được định rõ để chọn chức năng chuyển đổi dữ liệu đối với dữ liệu đo.

Trong bản mô tả này, số chuyển đổi dữ liệu đầu vào là số được gán cho mỗi chức năng chuyển đổi dữ liệu. Ví dụ, 1 được gán cho biến đổi tuyến tính, 2 được gán cho biến đổi tuyến tính nghịch đảo, 3 được gán cho khai căn bậc hai để tính toán tốc độ dòng chảy sử dụng áp suất vi sai, 4 được gán cho xử lý khâu trễ bậc một, và 5 được gán cho sự biến đổi hệ số mũ.

Trong toán hạng thứ ba 412C, số xử lý thao tác được định rõ. Trong bản mô tả này, số xử lý thao tác là, ví dụ, 1 đối với điều khiển PID giao thoa, 2 đối với điều khiển PID không giao thoa, hoặc 3 đối với hoạt động tỷ lệ.

Trong toán hạng thứ tư 412D, tham số mà thông qua nó chức năng cần thiết cho xử lý đầu ra được chọn được định rõ. Ví dụ, trong byte thứ tư cao của toán hạng thứ tư 412D, số chuyển đổi dữ liệu đầu ra được định rõ để chọn chức năng chuyển đổi dữ liệu đối với dữ liệu động mà là kết quả từ xử lý thao tác điều khiển. Trong bản mô tả này, số chuyển đổi dữ liệu đầu ra là số được gán cho chức năng chuyển đổi tuyến tính hoặc tuyến tính nghịch đảo dữ liệu. Ví dụ, 1 được gán cho biến đổi tuyến tính, và 2 được gán cho biến đổi tuyến tính nghịch đảo.

Trong byte thứ tư thấp của toán hạng thứ tư 412D, số chuyển đổi số sang tương tự được định rõ để chọn chức năng chuyển đổi dữ liệu động từ kích thước tiêu chuẩn sang kích thước phù hợp với đặc tính kỹ thuật đối với sự lượng tử hóa trong sự chuyển đổi số sang tương tự được thực hiện bởi bộ phận đầu vào/đầu ra nhà máy 8 và đặc tính kỹ thuật đối với các tín hiệu tương tự mà được gửi tới nhà máy 20. Trong bản mô tả này, số chuyển đổi số sang tương tự là số để sử dụng trong việc nhận dạng đặc tính kỹ thuật đối với các tín hiệu tương tự và đặc tính kỹ thuật đối với sự lượng tử hóa. Ví dụ, để chuyển đổi dữ liệu có độ dài 8 bit thành tín hiệu tương tự nằm trong khoảng từ 1 đến 5 V, số chuyển đổi số sang tương tự là 1. Để chuyển đổi dữ liệu có độ dài 12 bit thành tín hiệu tương tự nằm

trong khoảng từ 1 đến 5 V, số chuyển đổi số sang tương tự là 2. Để chuyển đổi dữ liệu có độ dài 14 bit thành tín hiệu tương tự nằm trong khoảng từ 1 đến 5 V, số chuyển đổi số sang tương tự là 3. Để chuyển đổi dữ liệu có độ dài 8 bit thành tín hiệu tương tự nằm trong khoảng từ 0 đến 5 V, số chuyển đổi số sang tương tự là 4.

Bộ xử lý tuần tự 1 yêu cầu thông tin lệnh vòng lặp khi phát hiện lệnh vòng lặp. Sau khi xuất ra thông tin lệnh vòng lặp tới bộ xử lý thao tác 2, bộ xử lý tuần tự 1 chuyển tiếp quyền thực thi tới bộ xử lý thao tác 2. Bộ xử lý thao tác 2 yêu cầu quyền thực thi và thông tin lệnh vòng lặp, và gọi chương trình điều khiển vòng lặp 6. Đầu tiên, chương trình điều khiển vòng lặp 6 thực hiện xử lý thu nhận để thu toán hạng thứ nhất 412A, toán hạng thứ hai 412B, toán hạng thứ ba 412C, và toán hạng thứ tư 412D, thực hiện xử lý đầu vào theo tham số của toán hạng thứ hai 412B, thực hiện xử lý thao tác điều khiển theo tham số của toán hạng thứ ba 412C, và lưu trữ kết quả của hoạt động trong thanh ghi 5 theo tham số của toán hạng thứ tư 412D. Do đó, bằng việc mô tả lệnh vòng lặp ở bước một, xử lý đầu vào, xử lý thao tác điều khiển, và xử lý đầu ra cần thiết cho một quy trình điều khiển vòng lặp có thể được xác định. Do đó, các điều khiển vòng lặp khác nhau có thể được thiết lập chỉ bằng cách điều chỉnh nội dung được định rõ trong các toán hạng.

Fig.5 là sơ đồ thể hiện lưu đồ quy trình xử lý được thực hiện bởi bộ xử lý tuần tự 1.

Đầu tiên, bộ xử lý tuần tự 1 quyết định ở bước S110 xem thời điểm bắt đầu chạy của chương trình bậc thang đã đến chưa. Ví dụ, nếu vòng lặp điều khiển được thiết lập lại đã được thực hiện, bộ xử lý tuần tự quyết định rằng thời điểm bắt đầu đã đến, và tiếp tục chuyển sang bước S111. Ngược lại, bộ xử lý tuần tự quyết định rằng việc chạy là không được thực hiện, và quay về ban đầu.

Ở bước S111, bộ đếm bước được thiết đặt lại về 0 sao cho việc chạy có thể được bắt đầu với số hiệu bước 0. Ở bước S112, lệnh được đọc bằng cách xem bước, mà được biểu thị bởi bộ đếm bước, làm mục tiêu. Ở bước S113, bước này có phải là lệnh END mà biểu thị rằng chương trình bậc thang 4 được kết thúc hay không. Nếu lệnh không phải là END, bộ xử lý tuần tự tiếp tục sang bước S114. Nếu lệnh là END, bộ xử lý tuần tự quay về ban đầu. Ở bước S114, bước này xem lệnh là lệnh tuần tự hay lệnh vòng lặp. Nếu lệnh là lệnh tuần tự, bộ xử lý tuần tự tiếp tục sang bước S115. Nếu lệnh là lệnh vòng lặp, bộ xử lý tuần tự tiếp tục sang bước S117.

Ở bước S115, toán hạng được đọc. Ở bước S116, lệnh và toán hạng được đọc được thực hiện.

Ở bước S117, thông tin lệnh vòng lặp được xuất ra tới bộ xử lý thao tác 2. Thông tin được gọi là thông tin lệnh vòng lặp là, ví dụ, tên của lệnh vòng lặp, địa chỉ của lệnh vòng lặp trong chương trình bậc thang 4, và địa chỉ của toán hạng thứ nhất trong chương trình bậc thang 4. Ở bước S118, quyền thực thi được đưa tới bộ xử lý thao tác 2. Ở bước S119, bộ xử lý tuần tự ở trạng thái chờ đến khi bộ xử lý tuần tự yêu cầu quyền thực thi từ bộ xử lý thao tác 2. Sau khi thu quyền thực thi, bộ xử lý tuần tự tiếp tục sang bước S120.

Ở bước S120, bộ xử lý tuần tự tăng bộ đếm bước lên 1, và quay lại bước S112.

Như được mô tả trên đây, bộ xử lý tuần tự 1 thực hiện lặp lại quy trình nằm trong khoảng từ bước S112 đến bước S120, và do đó chạy chương trình bậc thang 4 từ khi bắt đầu đến kết thúc.

Fig.6 là sơ đồ mô tả lưu đồ quy trình xử lý được thực hiện bởi bộ xử lý thao tác 2.

Đầu tiên, bộ xử lý thao tác 2 quyết định ở bước S210 xem bộ xử lý thao

tác có thu được quyền thực thi được gửi từ bộ xử lý tuần tự 1 hay không. Nếu bộ xử lý thao tác thu được quyền thực thi, bộ xử lý thao tác quyết định rằng có quyền thực thi, và tiếp tục sang bước S211. Nếu bộ xử lý thao tác không thu được quyền thực thi, bộ xử lý thao tác quyết định rằng không có quyền thực thi, và quay về ban đầu.

Ở bước S212, thông tin lệnh vòng lặp được gửi từ bộ xử lý tuần tự 1 được thu. Thông tin được gọi là thông tin lệnh vòng lặp là, ví dụ, tên của lệnh vòng lặp và địa chỉ của toán hạng thứ nhất.

Ở bước S212, địa chỉ dẫn đầu của chương trình điều khiển vòng lặp 6, mà sẽ được chạy, được xác định dựa trên tên của lệnh vòng lặp. Sau đó, địa chỉ của toán hạng thứ nhất trong thông tin lệnh vòng lặp được sử dụng làm đối số để chạy chương trình điều khiển vòng lặp 6.

Ở bước S213, sau khi chương trình điều khiển vòng lặp 6 được hoạt động tới khi kết thúc, quyền thực thi được đưa tới bộ xử lý tuần tự 1. Bộ xử lý thao tác sau đó quay về ban đầu.

Fig.7 là sơ đồ mô tả lưu đồ quy trình xử lý của chương trình điều khiển vòng lặp 6. Dựa vào Fig.4, lưu đồ quy trình xử lý của chương trình điều khiển vòng lặp 6 sẽ được mô tả dưới đây có dựa vào Fig.7.

Ở bước S600, địa chỉ của toán hạng thứ nhất thu được từ bộ xử lý thao tác 2.

Ở bước S601, toán hạng thứ nhất 412A được đọc và được xem là số hiệu vòng lặp. Ở bước S602, toán hạng thứ hai 412B được đọc. Byte thứ tự cao của toán hạng thứ hai 412B được xem là số chuyển đổi tương tự sang số, và byte thứ tự thấp của toán hạng thứ hai 412B được xem là số chuyển đổi dữ liệu đầu vào. Ở bước 603, toán hạng thứ ba 412C được đọc và được xem là số xử lý thao tác. Ở bước S604, toán hạng thứ tư 412D được đọc. Byte thứ tự cao của toán hạng

thứ tư 412D được xem là số chuyển đổi dữ liệu đầu ra, và byte thứ tư thấp của toán hạng thứ tư 412D được xem là số chuyển đổi số sang tương tự.

Ở bước S605, thanh ghi thao tác được xác định dựa trên số hiệu vòng lặp thu được ở bước S601, và dữ liệu đo được lưu trữ một cách tương đối tại địa chỉ từ thứ nhất được đọc. Thông tin được gọi là dữ liệu đo là dữ liệu thu được bằng cách chuyển đổi tương tự sang số tín hiệu tương tự, mà được gửi từ nhà máy 20, sử dụng bộ phận đầu vào/đầu ra nhà máy 8. Đặc tính kỹ thuật đối với sự lượng tử hóa trong sự chuyển đổi tương tự sang số ở định dạng, ví dụ, 8 bit, 12 bit, và 14 bit trong đó dữ liệu đo được thể hiện ở các kích thước tương ứng nằm trong khoảng từ 0 đến 511, từ 0 đến 4095, và từ 0 đến 16383.

Ở bước S606, kích thước của dữ liệu đo được chuyển đổi (được tiêu chuẩn hóa) thành kích thước mà ở đó thu được cái được gọi là giá trị được chuẩn hóa. Giá trị được chuẩn hóa là dữ liệu nguyên trên kích thước mà ở đó giá trị nguyên nằm trong khoảng, ví dụ, từ 0 đến 10000.

Nếu số chuyển đổi tương tự sang số là 2, đặc tính kỹ thuật đối với sự lượng tử hóa được nhận dạng là định dạng 12 bit, và dữ liệu đo được chuyển đổi từ giá trị nằm trong khoảng từ 0 đến 4095 đến giá trị nằm trong khoảng từ 0 đến 10000. Nếu số chuyển đổi tương tự sang số là 1, đặc tính kỹ thuật đối với sự lượng tử hóa được nhận dạng là định dạng 8 bit, và dữ liệu đo được chuyển đổi thành từ giá trị nằm trong khoảng từ 0 đến 511 đến giá trị nằm trong khoảng từ 0 đến 10000.

Ở bước S607, dữ liệu đo được chuyển đổi thành giá trị được chuẩn hóa được xem là đối tượng, và xử lý chuyển đổi đầu vào được thực hiện dựa trên số chuyển đổi dữ liệu đầu vào. Ví dụ, nếu số chuyển đổi dữ liệu đầu vào là 1, biến đổi tuyến tính được thực hiện. Nếu số chuyển đổi dữ liệu đầu vào là 2, biến đổi tuyến tính nghịch đảo được thực hiện. Nếu số chuyển đổi dữ liệu đầu vào là 3,

khai căn bậc hai để chuyển đổi áp suất vi sai thành tốc độ dòng chảy được thực hiện. Nếu số chuyển đổi dữ liệu đầu vào là 4, hoạt động trễ bậc một được thực hiện.

Ở bước S608, dữ liệu đo mà đã qua xử lý chuyển đổi đầu vào được xem là đối tượng, và xử lý thao tác điều khiển được thực hiện dựa trên số xử lý thao tác. Kết quả của xử lý được xuất ra là dữ liệu động. Ví dụ, nếu số xử lý thao tác là 1, điều khiển PID giao thoa được thực hiện. Nếu số xử lý thao tác là 2, điều khiển PID không giao thoa được thực hiện. Nếu số xử lý thao tác là 3, hoạt động tỷ lệ được thực hiện.

Ở bước S609, xử lý thao tác chuyển đổi đầu ra như sự chia tỷ lệ được thực hiện dựa trên số chuyển đổi dữ liệu đầu ra. Ví dụ, nếu số chuyển đổi dữ liệu đầu ra là 1, sự biến đổi tuyến tính được thực hiện. Nếu số chuyển đổi dữ liệu đầu ra là 2, sự biến đổi tuyến tính nghịch đảo được thực hiện.

Ở bước S610, dữ liệu động được xem là đối tượng, và kích thước của các giá trị được chuẩn hóa được chuyển đổi thành kích thước mà được kết hợp với số chuyển đổi số sang tương tự. Ví dụ, nếu số chuyển đổi số sang tương tự là 1, định dạng 8 bit được sử dụng. Nếu số chuyển đổi số sang tương tự là 2, định dạng 12 bit được sử dụng. Nếu số chuyển đổi số sang tương tự là 3, định dạng 14 bit được sử dụng.

Ở bước S611, dữ liệu động được lưu trữ tại địa chỉ từ thứ hai một cách tương đối từ địa chỉ dẫn đầu trong thanh ghi thao tác, và xử lý được kết thúc.

Sự mô tả đã cho thấy rằng các giá trị được chuẩn hóa được khớp với định dạng dữ liệu được sử dụng trong việc điều khiển vòng lặp xử lý thao tác hoặc kích thước mà ở đó giá trị nguyên nằm trong khoảng từ 0 đến 10000. Định dạng dữ liệu có thể là định dạng dấu chấm tĩnh hoặc định dạng dấu phẩy động.

Fig.8 là sơ đồ thể hiện ví dụ của các chức năng của việc điều khiển vòng

lập mà được làm phù hợp với nhà máy 20. Dựa vào Fig.8, sự mô tả cấu hình xử lý đối với việc điều khiển vòng lặp được thực hiện để điều chỉnh tốc độ dòng chảy trong ống bằng việc mở van bướm.

Đầu tiên, cấu hình của nhà máy 20 mà là quy trình mà được điều khiển sẽ được mô tả dưới đây. Nước tự nhiên 30 được lấy từ đập được cấp vào bể lắng thông qua ống 20A, tấm chắn đo 21, ống 20B, van bướm 23, và ống 20C. Tấm chắn đo 21 đo áp suất vi sai giữa các áp suất ở phía trước và phía sau tấm chắn đo, và truyền áp suất vi sai tới áp kế vi sai 22. Áp kế vi sai 22 chuyển đổi dữ liệu đo áp suất vi sai thành tín hiệu tương tự nằm trong khoảng từ 1 đến 5 V, và xuất ra tín hiệu tương tự tới bộ điều khiển kiểm soát 10. Bộ chỉ định mở 24 giữ trạng thái mở của van bướm 23 theo lệnh mở được định rõ bằng tín hiệu tương tự, mà nằm trong khoảng từ 0 đến 5 V, bởi bộ điều khiển kiểm soát 10.

Bộ điều khiển kiểm soát 10 nhập dữ liệu đo áp suất vi sai từ áp kế vi sai 22 thông qua bộ chuyển đổi tương tự sang số 12 bit 81 được bao gồm trong bộ phận đầu vào/đầu ra nhà máy 8, và lưu trữ dữ liệu được nhập là dữ liệu dạng 12 bit tại địa chỉ XW100 trong thanh ghi đầu vào. Bộ điều khiển kiểm soát 10 chạy chương trình bậc thang 4 để thu dữ liệu đo vi sai 12 bit và thực hiện điều khiển PID không giao thoa, và lưu trữ dữ liệu động mở, mà là kết quả thu được thông qua việc điều khiển, làm dữ liệu dạng 8 bit tại địa chỉ YW100 trong thanh ghi đầu ra. Dữ liệu động mở được xuất ra tới bộ chỉ định mở 24 thông qua bộ chuyển đổi số sang tương tự 8 bit 82 được bao gồm trong bộ phận đầu vào/đầu ra nhà máy 8.

Tiếp theo, các hoạt động được thực hiện trong điều khiển vòng lặp xử lý thao tác tại các bước 42, 43, và 44 được mô tả trong chương trình bậc thang 4 sẽ được mô tả chi tiết.

Bước 42 bao gồm số hiệu bước 420, lệnh tuần tự 421, toán hạng thứ nhất

422A, và toán hạng thứ hai 422B. Với MOV được xác định trong lệnh tuần tự 421, dữ liệu tại địa chỉ XW100 trong thanh ghi đầu vào được định rõ trong toán hạng thứ nhất 422A được chuyển tiếp tới địa chỉ LW001 trong thanh ghi thao tác. Như được mô tả có dựa vào Fig.4, dữ liệu tại địa chỉ LW001 trong thanh ghi thao tác là dữ liệu đo của số hiệu vòng lặp 1.

Bước 43 bao gồm số hiệu bước 430, lệnh vòng lặp 431, toán hạng thứ nhất 432A, toán hạng thứ hai 432B, toán hạng thứ ba 432C, và toán hạng thứ tư 432D. Lệnh vòng lặp 431 có số hiệu vòng lặp được định rõ trong toán hạng thứ nhất 432A, tham số cho xử lý đầu vào được định rõ trong toán hạng thứ hai 432B, tham số cho xử lý thao tác điều khiển được định rõ trong toán hạng thứ ba 432C, và tham số cho xử lý đầu ra được định rõ trong toán hạng thứ tư 432D. Với lệnh vòng lặp 431, việc điều khiển vòng lặp hoạt động được thực hiện.

Việc điều khiển vòng lặp xử lý thao tác của lệnh vòng lặp 431 sẽ được mô tả dưới đây theo trình tự thực hiện.

Khi 0001 được định rõ trong toán hạng thứ nhất 432A, số hiệu vòng lặp được thiết đặt là 1. Do đó, việc điều khiển vòng lặp xử lý thao tác được thực hiện sử dụng các địa chỉ LW000 đến LW00F của thanh ghi thao tác mà được kết hợp với số hiệu vòng lặp 1. Dữ liệu đo được đọc từ địa chỉ từ thứ nhất LW001 một cách tương đối từ địa chỉ dẫn đầu của thanh ghi thao tác, và được sử dụng làm dữ liệu đo áp suất vi sai.

Khi 02 được định rõ trong byte thứ tự cao của toán hạng thứ hai 432B, số chuyển đổi tương tự sang số được thiết đặt là 2. Số chuyển đổi tương tự sang số 2 là chức năng tiêu chuẩn hóa dữ liệu dạng 12 bit. Do đó, xử lý chuyển đổi dữ liệu đo áp suất vi sai, mà được lưu trữ tại địa chỉ LW001 trong thanh ghi thao tác, từ dữ liệu dạng 12 bit tới giá trị được chuẩn hóa được thực hiện.

Khi 03 được định rõ trong byte thứ tự thấp của toán hạng thứ hai 432B, số

chuyển đổi dữ liệu đầu vào được thiết đặt là 3. Số chuyển đổi dữ liệu đầu vào 3 là chức năng khai căn bậc hai. Do đó, xử lý để thực hiện khai căn bậc hai trên dữ liệu đo áp suất vi sai được tiêu chuẩn hóa được thực hiện để chuyển đổi dữ liệu thành dữ liệu đo tốc độ dòng chảy.

Khi 02 được định rõ trong toán hạng thứ ba 432C, số hiệu điều khiển hoạt động được thiết đặt là 2. Số hiệu điều khiển hoạt động 2 là chức năng điều khiển PID không giao thoa. Do đó, điều khiển PID không giao thoa được thực hiện trên dữ liệu đo tốc độ dòng chảy để xuất ra dữ liệu động mở.

Khi 01 được định rõ trong byte thứ tự cao của toán hạng thứ tư 432D, số chuyển đổi dữ liệu đầu ra được thiết đặt là 1. Số chuyển đổi dữ liệu đầu ra 1 là chức năng biến đổi tuyến tính. Do đó, xử lý để chuyển đổi tuyến tính dữ liệu động mở được thực hiện.

Khi 1 được định rõ trong byte thứ tự thấp của toán hạng thứ tư 432D, số chuyển đổi số sang tương tự được thiết đặt là 1. Số chuyển đổi số sang tương tự 1 là chức năng chuyển đổi giá trị được chuẩn hóa thành dữ liệu dạng 8 bit. Do đó, dữ liệu động mở được chuyển đổi thành dữ liệu dạng 8 bit, và được lưu trữ một cách tương đối tại địa chỉ từ thứ hai LW002 trong thanh ghi thao tác.

Như được mô tả trên đây, ở bước 43, xử lý đầu vào, xử lý thao tác điều khiển, và xử lý đầu ra của việc điều khiển vòng lặp có thể được thiết lập.

Bước 44 bao gồm số hiệu bước 440, lệnh tuần tự 441, toán hạng thứ nhất 442A, và toán hạng thứ hai 442B. Với MOV được xác định trong lệnh tuần tự 441, dữ liệu động mở tại địa chỉ LW002 trong thanh ghi thao tác được định rõ trong toán hạng thứ nhất 442A được chuyển tiếp tới địa chỉ YW100 trong thanh ghi thao tác được định rõ trong toán hạng thứ hai 442B.

Ở bước 42, xử lý để chuyển tiếp dữ liệu đo trong thanh ghi đầu vào tới thanh ghi thao tác mà được sử dụng với lệnh vòng lặp được mô tả. Ngoài ra, bộ

phận đầu vào/đầu ra nhà máy 8 có thể lưu trữ trực tiếp dữ liệu đo trong thanh ghi thao tác.

Ở bước 44, xử lý để chuyển tiếp dữ liệu động trong thanh ghi thao tác tới thanh ghi đầu ra được mô tả. Ngoài ra, bộ phận đầu vào/đầu ra nhà máy 8 có thể chuyển tiếp trực tiếp dữ liệu động trong thanh ghi thao tác, và xuất ra dữ liệu động tới nhà máy 20.

Fig.9 là sơ đồ thể hiện ví dụ của sơ đồ bậc thang được hiển thị trên thiết bị lập trình 11.

Sơ đồ bậc thang 200 được thể hiện trên Fig.9(a) là ví dụ trong đó môi trường phát triển chương trình bậc thang của thiết bị lập trình 11 được sử dụng để hiển thị chương trình bậc thang 4 được thể hiện trên Fig.9(b) theo dạng sơ đồ bậc thang.

Bậc thang 201 trong sơ đồ bậc thang 200 thể hiện xử lý để thiết đặt dữ liệu dạng bit tại địa chỉ Y001 trong thanh ghi đầu ra là ON khi dữ liệu dạng bit tại địa chỉ X001 trong thanh ghi đầu vào được thiết đặt là ON và dữ liệu dạng bit tại địa chỉ X002 trong thanh ghi đầu vào được thiết đặt là ON. Bậc thang 201 bao gồm ba lệnh tuần tự của lệnh khởi tạo thao tác tiếp điểm loại a LD, lệnh thao tác nối tiếp tiếp điểm loại a AND, và lệnh điều khiển đầu ra cuộn dây OUT.

Bậc thang 202 thể hiện sự chuyển tiếp dữ liệu dạng từ, mà hiện có tại địa chỉ XW100 trong thanh ghi đầu vào, tới địa chỉ LW001 trong thanh ghi thao tác để phản hồi lệnh tuần tự MOV.

Bậc thang 203 thể hiện một quy trình điều khiển vòng lặp với lệnh vòng lặp 205 và bốn toán hạng. Trong vùng hiển thị toán hạng 206, tất cả bốn toán hạng được thể hiện. Số hiệu vòng lặp 0001, xử lý đầu vào tham số 0203, xử lý thao tác điều khiển tham số 0002, và xử lý đầu ra tham số 0101 được hiển thị theo trình tự đó từ góc phía trên bên trái. Do đó, sử dụng sơ đồ bậc thang đơn lẻ,

cấu hình của việc điều khiển vòng lặp có thể được hiểu dễ dàng.

Bậc thang 204 thể hiện sự chuyển tiếp của dữ liệu, mà hiện có tại địa chỉ LW002 trong thanh ghi thao tác, tới địa chỉ YW100 trong thanh ghi đầu ra để phản hồi lệnh tuần tự MOV.

Bộ điều khiển kiểm soát tương ứng với sáng chế không chỉ giới hạn ở phương án trên đây mà có thể được điều chỉnh trong phạm vi của sáng chế. Các phương án khác của bộ điều khiển kiểm soát tương ứng với sáng chế sẽ được mô tả dưới đây.

Trong phương án trên đây, lệnh vòng lặp 411 bao gồm bốn toán hạng 412 từ toán hạng thứ nhất tới toán hạng thứ tư để xác định số hiệu vòng lặp và trình tự xử lý thao tác điều khiển vòng lặp của xử lý đầu vào, xử lý thao tác điều khiển, và xử lý đầu ra. Ngoài ra, các chức năng của chuỗi điều khiển vòng lặp có thể được định rõ trong một toán hạng, hoặc nhiều toán hạng có thể được bao gồm cho mỗi xử lý trong số xử lý đầu vào, xử lý thao tác điều khiển, và xử lý đầu ra.

Trong phương án trên đây, thông tin lệnh vòng lặp mà được xuất ra từ bộ xử lý tuần tự 1 thể hiện địa chỉ mà ở đó toán hạng trong chương trình bậc thang 2 được lưu trữ. Ngoài ra, thông tin lệnh vòng lặp có thể thể hiện địa chỉ mà ở đó lệnh vòng lặp trong chương trình bậc thang 2 được lưu trữ, và chương trình điều khiển vòng lặp 6 có thể thu các toán hạng theo sau với địa chỉ, mà ở đó lệnh vòng lặp được lưu trữ, làm điểm cơ sở.

Trong phương án trên đây, chương trình bậc thang 4 có thể được thể hiện ở dạng khác bất kỳ được tiêu chuẩn hóa trong IEC 61131 (các tiêu chuẩn đối với ngôn ngữ lập trình cho các bộ điều khiển lập trình được).

Bộ điều khiển kiểm soát theo phương án trên đây có thể được làm phù hợp với hệ thống điều khiển trong hệ thống cơ sở hạ tầng xã hội như điện, khí,

giao thông, và đập, hoặc hệ thống điều khiển trong hệ thống công nghiệp như sắt và thép, hóa học, thực phẩm, hoặc phân phối hàng hóa.

Chương trình thể hiện các chức năng và dữ liệu được lưu trữ trong bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (Random Access Memory, viết tắt là RAM). Ngoài ra, chương trình và dữ liệu có thể được lưu trữ trong bộ nhớ như ổ cứng thể rắn (Solid State Drive, viết tắt là SSD) hoặc phương tiện ghi như các mạch tích hợp (integrated circuit, viết tắt là IC), các số an toàn (Secure Digital, viết tắt là SD), hoặc đĩa đa năng số (Digital Versatile Disc, viết tắt là DVD).

Tất cả hoặc một số các thành phần, các chức năng, các bộ xử lý, và bộ nhớ liên quan đến phương án trên đây có thể được nhận dạng bởi phần cứng được thiết kế với các mạch tích hợp.

Theo phương án, lệnh vòng lặp và các toán hạng được mô tả trong chương trình bậc thang làm cho nó có thể thiết lập lên chuỗi điều khiển vòng lặp bao gồm xử lý đầu vào, xử lý thao tác điều khiển, và xử lý đầu ra. Kỹ sư có kiến thức về chương trình bậc thang có thể thiết lập dễ dàng mỗi trong số các hệ thống điều khiển khác nhau bao gồm cả việc điều khiển tuần tự và việc điều khiển vòng lặp.

Do việc điều khiển vòng lặp có thể được mô tả trong chương trình bậc thang, sự cải thiện về hiệu quả kỹ thuật, sự cải thiện về hiệu quả lập trình và sửa lỗi, và sự cải thiện về hiệu quả của việc điều chỉnh chạy thử nghiệm thực tế có thể được mong muốn.

Do một quy trình điều khiển vòng lặp có thể được mô tả trong chương trình bậc thang có số lượng bước tối thiểu, việc lập trình và sửa lỗi có thể được thực hiện mà không cần thiết phải cuộn hình ảnh màn hình dạng sơ đồ bậc thang được hiển thị trên thiết bị lập trình hoặc triển khai nhiều hình ảnh màn hình. Do đó, hiệu quả làm việc được nâng cao.

Do việc điều khiển vòng lặp có thể được hình dung và được mô tả trong chương trình bậc thang và ngay cả bên thứ ba có thể hiểu dễ dàng cấu hình điều khiển vòng lặp, khả năng duy trì cao. Do đó, sáng chế có thể được làm phù hợp với nhà máy mà được yêu cầu duy trì trong khoảng thời gian dài, như, cơ sở hạ tầng xã hội.

Ví dụ, ngay cả khi sự thay đổi về đặc tính kỹ thuật đối với các tín hiệu cảm biến hoặc sự thay đổi về đặc tính kỹ thuật đối với sự chuyển đổi tương tự sang số được thực hiện bởi bộ điều khiển kiểm soát xảy ra, bộ điều khiển kiểm soát có thể dễ dàng được điều chỉnh chỉ bằng cách điều chỉnh các toán hạng trong chương trình bậc thang. Thời gian tổ chức lại công việc có thể được rút ngắn, và thời gian dừng nhà máy để cập nhật và thời gian hoạt động thay thế trong đó con người thay thế bộ điều khiển kiểm soát có thể được giảm thiểu.

Trong các hình vẽ được sử dụng để mô tả phương án của sáng chế, các tuyến điều khiển và các tuyến thông tin mà được cho là cần thiết cho việc mô tả được thể hiện. Do đó, tất cả các tuyến điều khiển và các tuyến thông tin cần thiết cho sản phẩm không nhất thiết phải được thể hiện. Trong thực tế, hầu như tất cả các thành phần được cho là được kết nối với nhau.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Bộ điều khiển kiểm soát bao gồm bộ xử lý tuần tự, bộ xử lý thao tác, và bộ nhớ, trong đó:

bộ nhớ lưu trữ chương trình bậc thang và chương trình điều khiển vòng lặp;

chương trình bậc thang bao gồm các sự kết hợp của lệnh và các toán hạng;

bộ xử lý tuần tự thực hiện lệnh tuần tự nếu lệnh trong chương trình bậc thang là lệnh tuần tự;

bộ xử lý tuần tự cho phép bộ xử lý thao tác chạy chương trình điều khiển vòng lặp nếu lệnh trong chương trình bậc thang là lệnh vòng lặp;

lệnh vòng lặp bao gồm ít nhất các toán hạng lệnh vòng lặp mà xác định xử lý đầu vào, xử lý thao tác điều khiển, và xử lý đầu ra, một cách tương ứng;

các toán hạng lệnh vòng lặp còn bao gồm toán hạng mà định rõ tham số cho việc xử lý đầu vào, toán hạng mà định rõ tham số cho việc xử lý thao tác điều khiển, và toán hạng mà định rõ tham số cho việc xử lý đầu ra; và

chương trình điều khiển vòng lặp bao gồm xử lý để thu các toán hạng lệnh vòng lặp, và các toán hạng lệnh vòng lặp được sử dụng như là các tham số để thực hiện xử lý đầu vào, xử lý thao tác điều khiển, và xử lý đầu ra, một cách tương ứng, và

trong đó:

bộ nhớ còn bao gồm thanh ghi;

các toán hạng lệnh vòng lặp bao gồm toán hạng mà định rõ số hiệu vòng lặp;

chương trình điều khiển vòng lặp bao gồm xử lý để thu các địa chỉ lưu trữ của các toán hạng lệnh vòng lặp, và xử lý để thu số hiệu vòng lặp từ toán hạng lệnh vòng lặp; và

bộ xử lý thao tác sử dụng thanh ghi, mà được chỉ định bằng số hiệu vòng lặp, như là thanh ghi thao tác.

2. Bộ điều khiển kiểm soát theo điểm 1, trong đó:

thanh ghi bao gồm các vùng kết hợp với các số hiệu vòng lặp tương ứng được chỉ định và mỗi vùng bao gồm ít nhất vùng con trong đó dữ liệu đo lường mà là đối tượng của xử lý đầu vào được lưu trữ, và vùng con trong đó dữ liệu động mà là kết quả của xử lý thao tác điều khiển được lưu trữ.

3. Bộ điều khiển kiểm soát bao gồm bộ xử lý tuần tự, bộ xử lý thao tác, và bộ nhớ, trong đó:

bộ nhớ lưu trữ chương trình bậc thang và chương trình điều khiển vòng lặp;

chương trình bậc thang bao gồm các sự kết hợp của lệnh và các toán hạng;
bộ xử lý tuần tự thực hiện lệnh tuần tự nếu lệnh trong chương trình bậc thang là lệnh tuần tự;

bộ xử lý tuần tự cho phép bộ xử lý thao tác chạy chương trình điều khiển vòng lặp nếu lệnh trong chương trình bậc thang là lệnh vòng lặp;

lệnh vòng lặp bao gồm ít nhất các toán hạng lệnh vòng lặp mà xác định xử lý đầu vào, xử lý thao tác điều khiển, và xử lý đầu ra, một cách tương ứng;

bộ nhớ còn bao gồm thanh ghi;
các toán hạng lệnh vòng lặp bao gồm toán hạng mà định rõ số hiệu vòng lặp;

chương trình điều khiển vòng lặp bao gồm xử lý để thu các địa chỉ lưu trữ của các toán hạng lệnh vòng lặp, và xử lý để thu số hiệu vòng lặp từ toán hạng lệnh vòng lặp; và

bộ xử lý thao tác sử dụng thanh ghi, mà được chỉ định bằng số hiệu vòng lặp, như là thanh ghi thao tác.

4. Bộ điều khiển kiểm soát theo điểm 3, trong đó thanh ghi bao gồm các vùng kết hợp với các số hiệu vòng lặp tương ứng được chỉ định và mỗi vùng bao gồm ít nhất vùng con trong đó dữ liệu đo lường mà là đối tượng của xử lý đầu vào được lưu trữ và vùng con trong đó dữ liệu động mà là kết quả của xử lý thao tác điều khiển được lưu trữ.

5. Bộ điều khiển kiểm soát theo điểm 4, trong đó:

các toán hạng lệnh vòng lặp còn bao gồm toán hạng mà định rõ tham số cho việc xử lý đầu vào, toán hạng mà định rõ tham số cho việc xử lý thao tác điều khiển, và toán hạng mà định rõ tham số cho việc xử lý đầu ra.

6. Phương pháp lập trình cho bộ điều khiển kiểm soát được thực hiện trong thiết bị lập trình được kết nối tới bộ điều khiển kiểm soát bao gồm bộ xử lý tuần tự, bộ xử lý thao tác, và bộ nhớ, trong đó:

bộ nhớ bao gồm chương trình bậc thang, thanh ghi, và chương trình điều khiển vòng lặp;

chương trình bậc thang bao gồm các sự kết hợp của lệnh và các toán hạng;

bộ xử lý tuần tự thực hiện lệnh tuần tự nếu lệnh trong chương trình bậc thang là lệnh tuần tự;

bộ xử lý tuần tự cho phép bộ xử lý thao tác chạy chương trình điều khiển vòng lặp nếu lệnh trong chương trình bậc thang là lệnh vòng lặp;

thiết bị lập trình hiển thị chương trình bậc thang theo dạng sơ đồ bậc thang, sơ đồ bậc thang được hiển thị bao gồm ít nhất vùng toán hạng lệnh vòng lặp trong đó các toán hạng lệnh vòng lặp mà xác định xử lý đầu vào, xử lý thao tác điều khiển, và xử lý đầu ra một cách tương ứng được định rõ và được hiển thị;

nếu lệnh trong chương trình bậc thang là lệnh vòng lặp, các toán hạng lệnh vòng lặp được định rõ và được hiển thị trong vùng toán hạng lệnh vòng lặp

như là tham số xử lý đầu vào, tham số xử lý thao tác điều khiển, và tham số xử lý đầu ra theo thứ tự này, và

trong đó:

các toán hạng lệnh vòng lặp bao gồm toán hạng mà định rõ số hiệu vòng lặp;

chương trình điều khiển vòng lặp thu được các địa chỉ lưu trữ của các toán hạng lệnh vòng lặp, và thu được số hiệu vòng lặp từ toán hạng lệnh vòng lặp; và

bộ xử lý thao tác sử dụng thanh ghi, mà được chỉ định bằng số hiệu vòng lặp, như là thanh ghi thao tác.

7. Phương pháp lập trình cho bộ điều khiển kiểm soát theo điểm 6, trong đó:

thanh ghi bao gồm các vùng kết hợp với các số hiệu vòng lặp tương ứng được chỉ định và mỗi vùng bao gồm ít nhất vùng con trong đó dữ liệu đo lường mà là đối tượng của xử lý đầu vào được lưu trữ và vùng con trong đó dữ liệu động mà là kết quả của xử lý thao tác điều khiển được lưu trữ.

8. Phương pháp lập trình cho bộ điều khiển kiểm soát được thực hiện trong thiết bị lập trình được kết nối tới bộ điều khiển kiểm soát bao gồm bộ xử lý tuần tự, bộ xử lý thao tác, và bộ nhớ, trong đó:

bộ nhớ bao gồm chương trình bậc thang, thanh ghi, và chương trình điều khiển vòng lặp;

chương trình bậc thang bao gồm các sự kết hợp của lệnh và các toán hạng;

bộ xử lý tuần tự thực hiện lệnh tuần tự nếu lệnh trong chương trình bậc thang là lệnh tuần tự;

bộ xử lý tuần tự cho phép bộ xử lý thao tác chạy chương trình điều khiển vòng lặp nếu lệnh trong chương trình bậc thang là lệnh vòng lặp;

các toán hạng lệnh vòng lặp bao gồm ít nhất các toán hạng lệnh vòng lặp mà xác định xử lý đầu vào, xử lý thao tác điều khiển, và xử lý đầu ra, một cách

tương ứng;

các toán hạng lệnh vòng lặp bao gồm toán hạng mà định rõ số hiệu vòng lặp;

chương trình điều khiển vòng lặp thu được các địa chỉ lưu trữ của các toán hạng lệnh vòng lặp, và thu được số hiệu vòng lặp từ toán hạng lệnh vòng lặp; và

bộ xử lý thao tác sử dụng thanh ghi, mà được chỉ định bằng số hiệu vòng lặp, như là thanh ghi thao tác.

9. Phương pháp lập trình cho bộ điều khiển kiểm soát theo điểm 8, trong đó:

thanh ghi bao gồm các vùng kết hợp với các số hiệu vòng lặp tương ứng được chỉ định và mỗi vùng bao gồm ít nhất vùng con trong đó dữ liệu đo lường mà là đối tượng của xử lý đầu vào được lưu trữ và vùng con trong đó dữ liệu động mà là kết quả của xử lý thao tác điều khiển được lưu trữ.

10. Phương pháp lập trình cho bộ điều khiển kiểm soát theo điểm 9, trong đó:

các toán hạng lệnh vòng lặp bao gồm toán hạng mà định rõ tham số cho việc xử lý đầu vào, toán hạng mà định rõ tham số cho việc xử lý thao tác điều khiển, và toán hạng mà định rõ tham số cho việc xử lý đầu ra.

FIG. 1

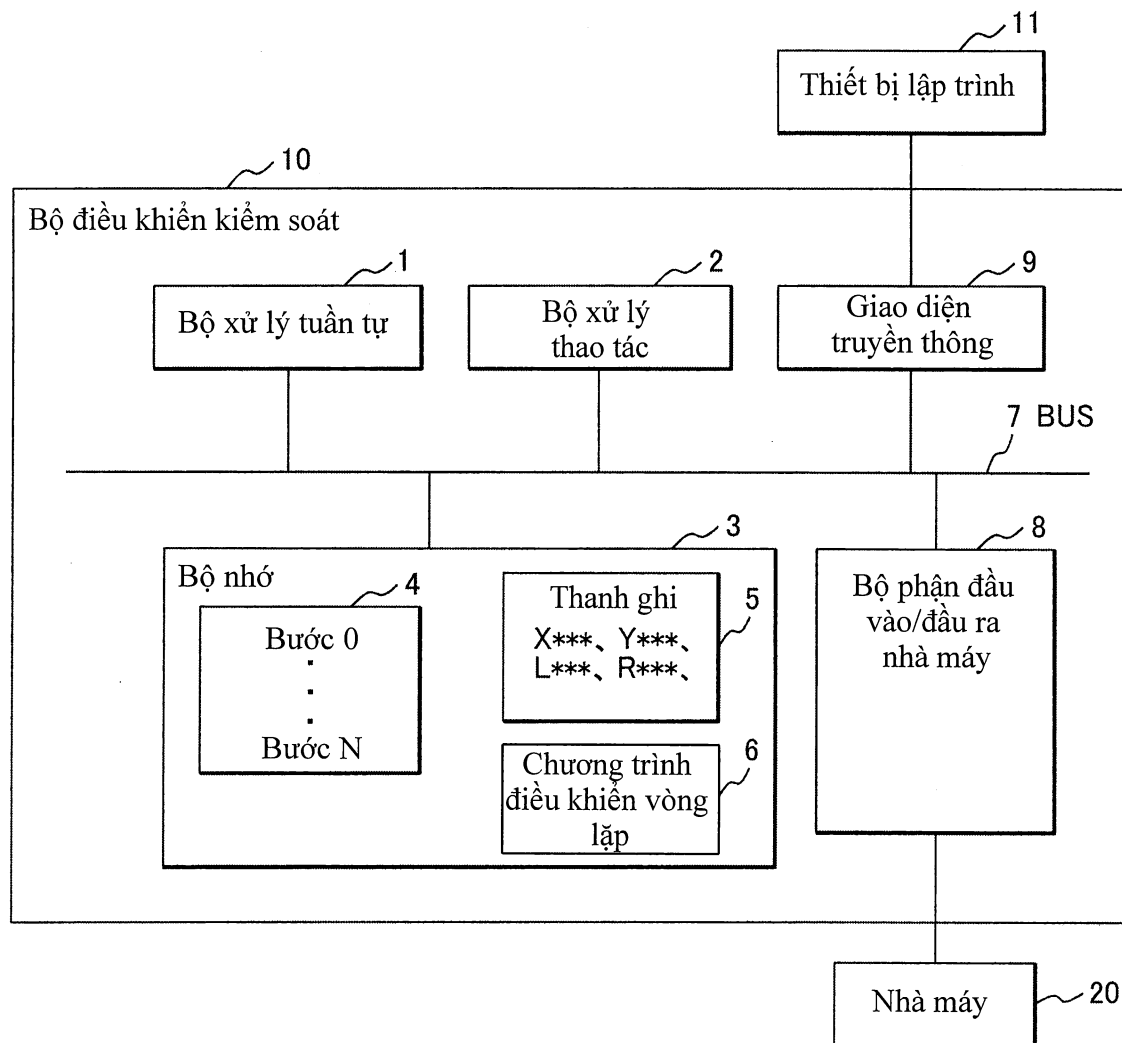


FIG. 2

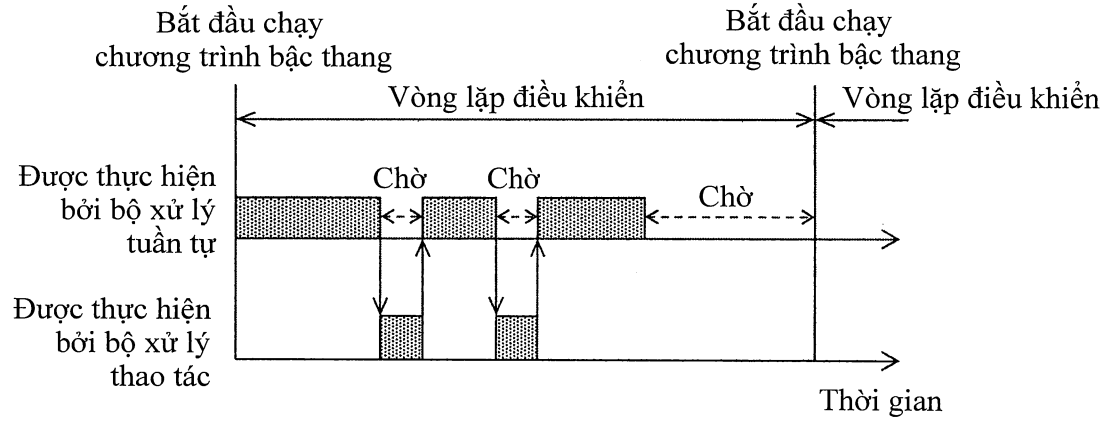


FIG. 3

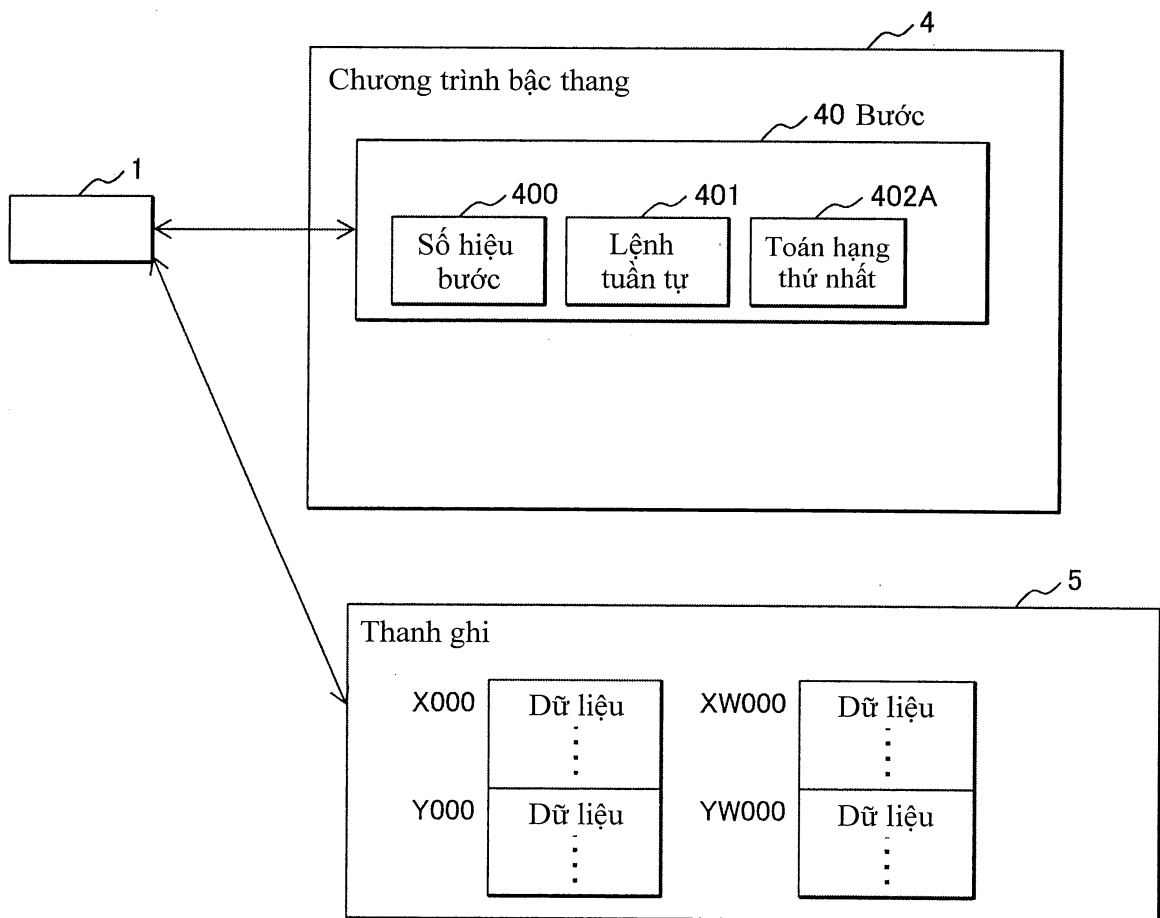


FIG. 4

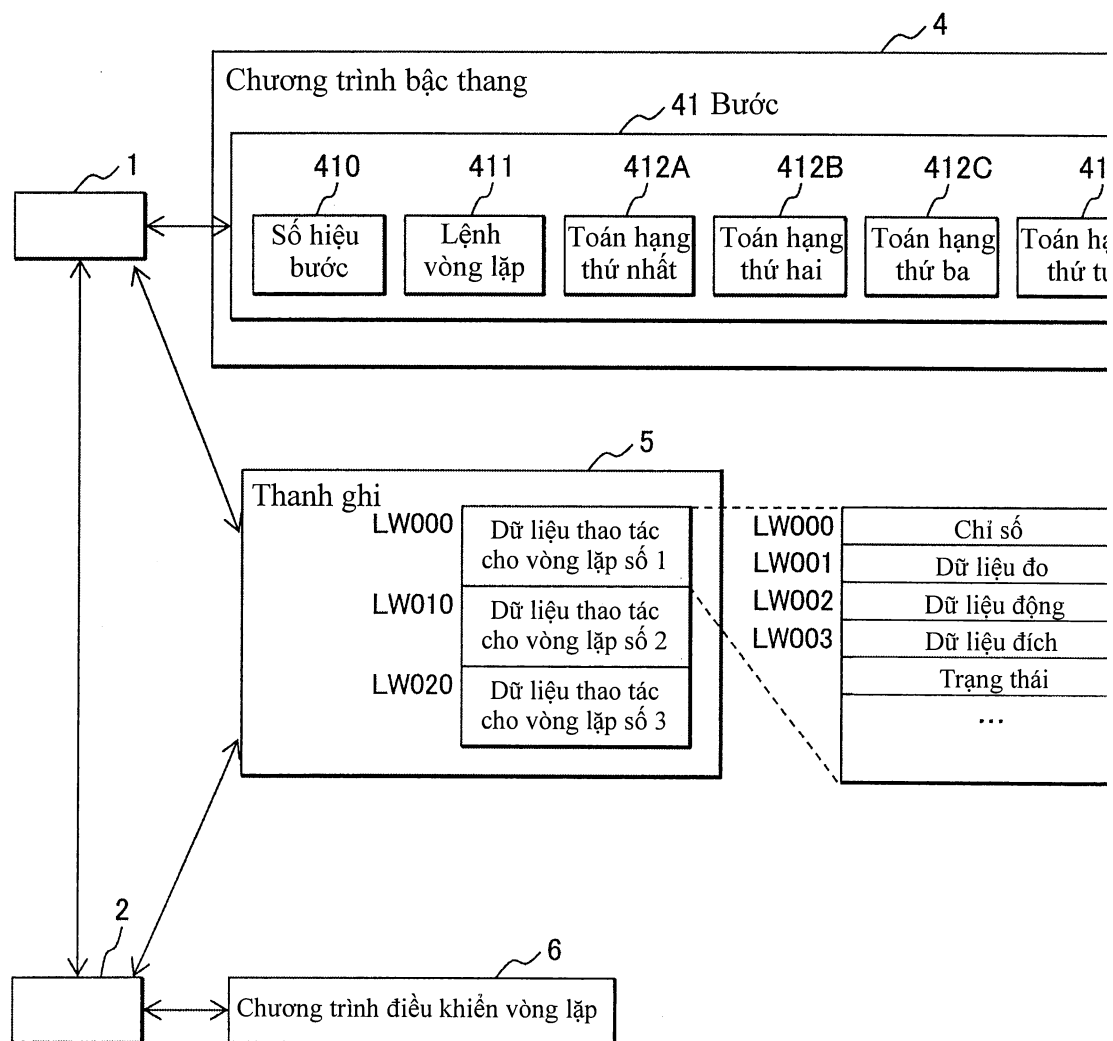


FIG. 5

Bộ xử lý tuần tự 1

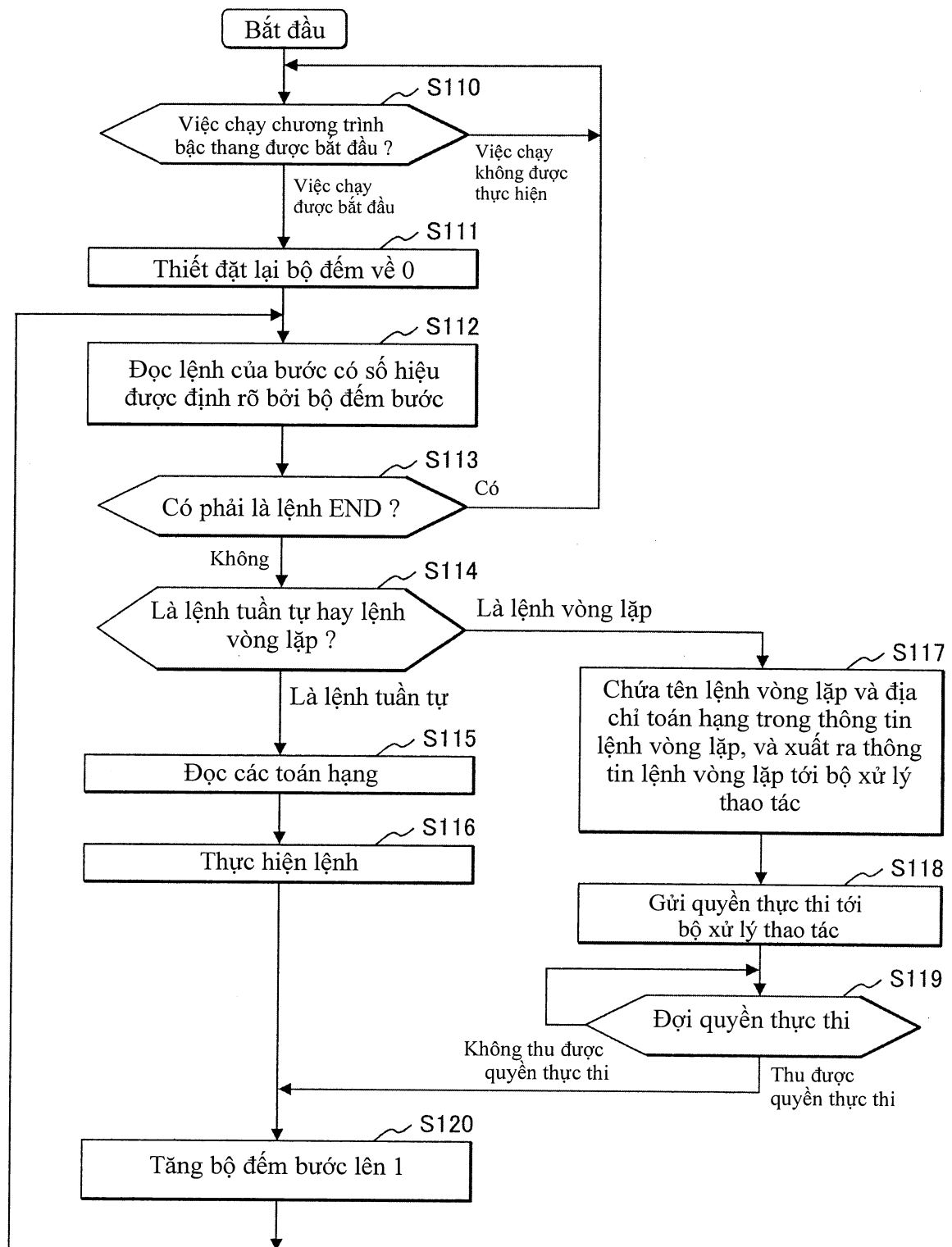


FIG. 6

Bộ xử lý tuần tự 1

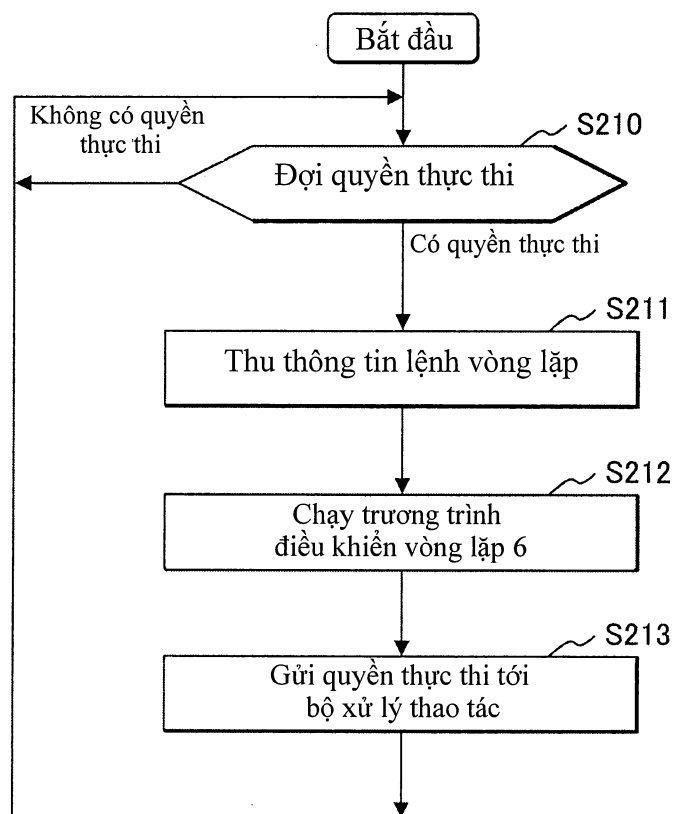


FIG. 7

Chương trình điều khiển vòng lặp 6

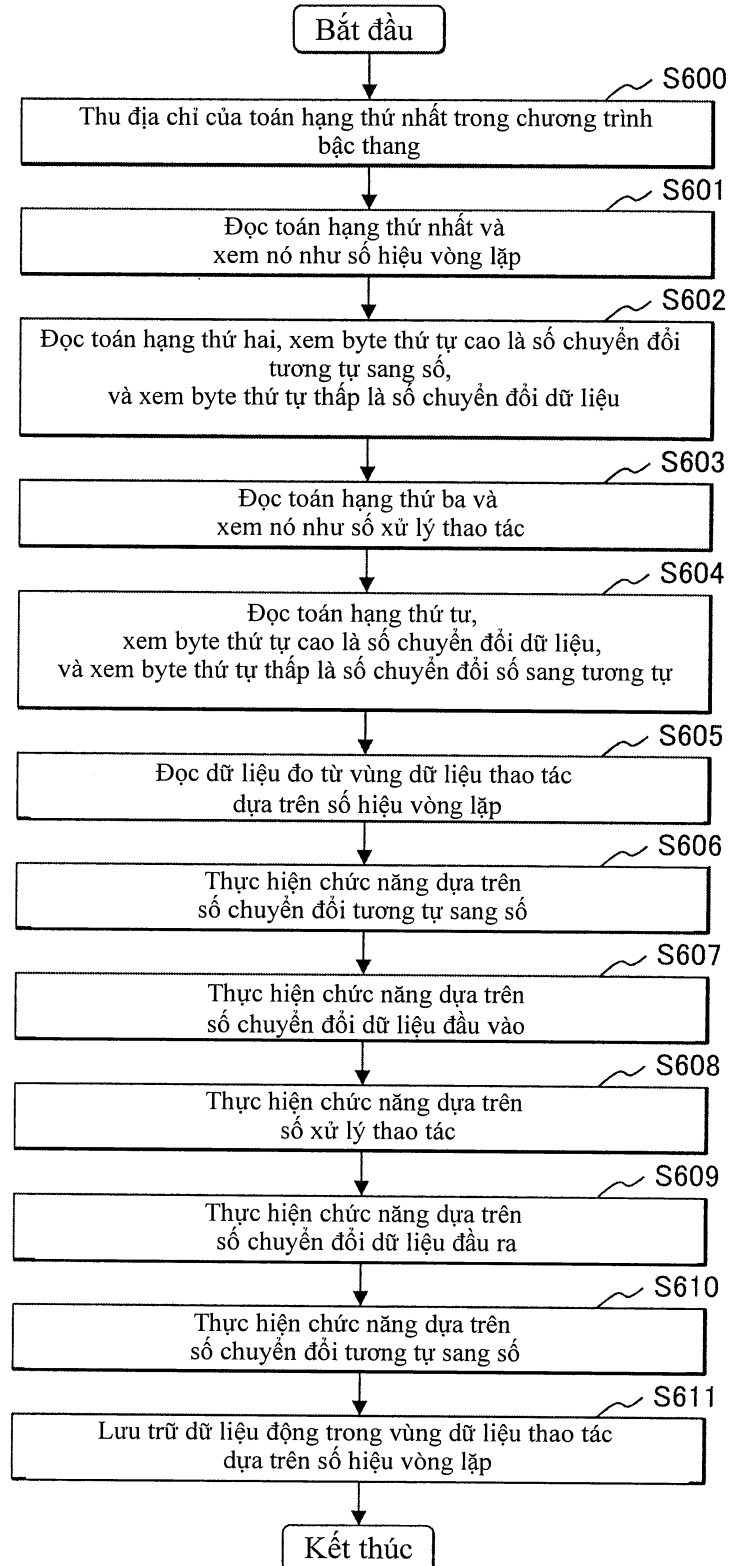


FIG. 8

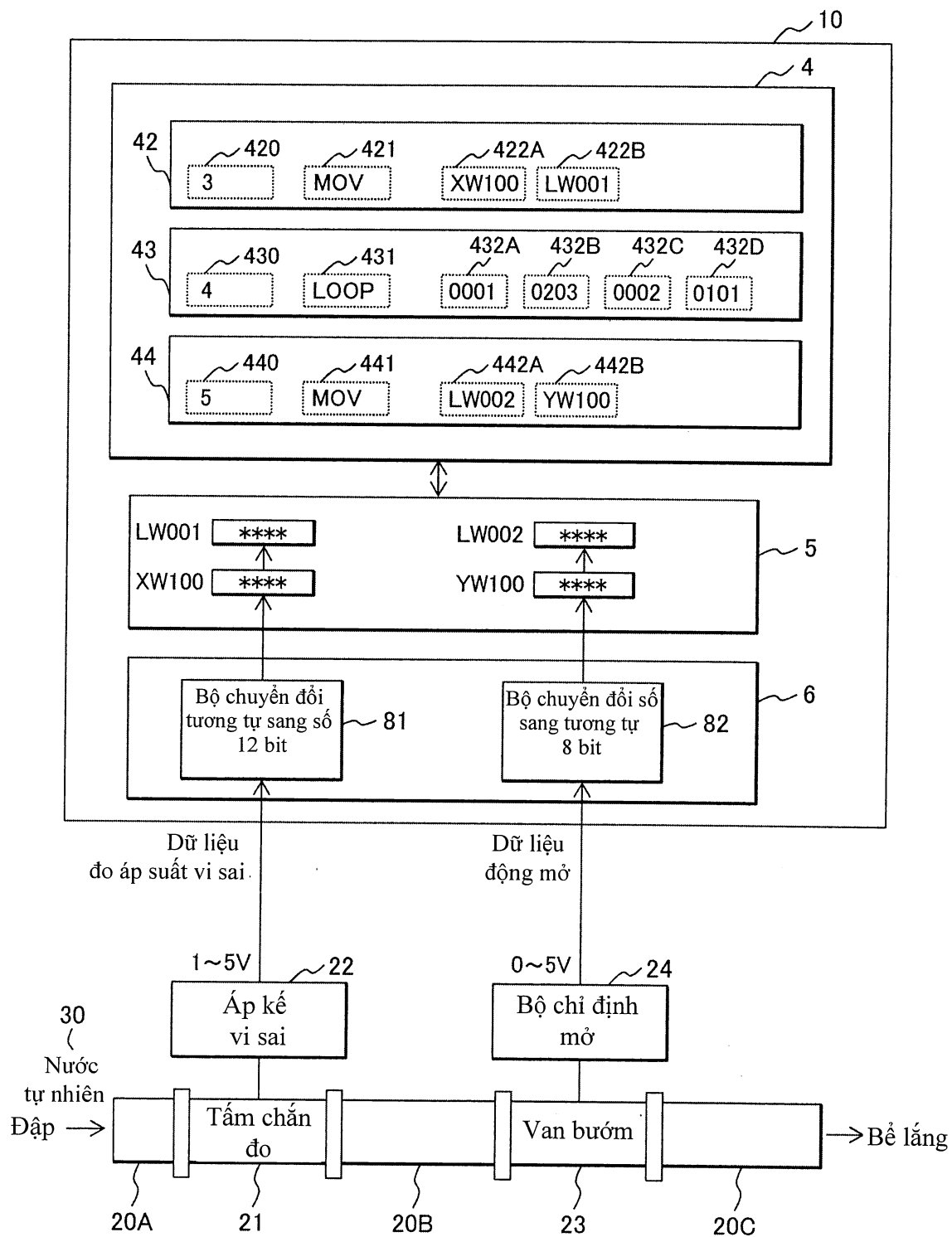
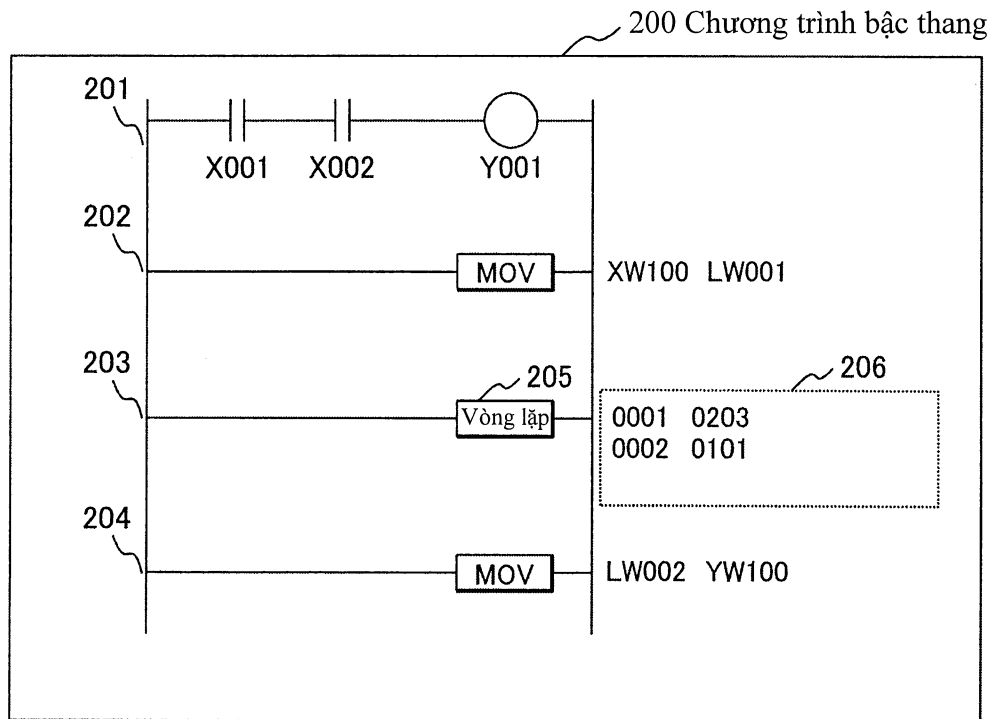


FIG. 9

(a) Chương trình bậc thang



(b) Chương trình bậc thang

4 Chương trình bậc thang

0	LD	X001				
1	AND	X002				
2	OUT	Y001				
3	MOV	XW100	LW001			
4	LOOP	0001	0203	0002	0101	
5	MOV	LW002	YW100			
6	END					